

Prototipo de Realidad Mixta/Híbrida para el Aprendizaje de Ciclos de Animación

Daniel Camilo Tello Beltran

Docente de Artes Audiovisuales, Universidad Autónoma de Bucaramanga, dtello@unab.edu.co

RESUMEN

La presente investigación, de carácter cuantitativo cuasiexperimental, presenta el desarrollo, implementación y resultados, de una metodología que emplea la realidad Mixta/Híbrida como tecnología central, en la enseñanza-aprendizaje de animación, por medio de una aplicación móvil o prototipo, que permite la visualización de conceptos y estructuras cinéticas en un ambiente virtual e inmersivo. En este estudio ya finalizado, se analizan las herramientas tecnológicas que facilitan la elaboración de contenido interactivo (video, imágenes y modelos 3D), para el aprendizaje y apropiación de ciclos de animación, dentro del ámbito de la educación superior, específicamente en el curso de realización de animación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB. Esta aplicación se emplea en dos grupos: Experimental y Control, cada uno conformado por 15 sujetos de prueba, para posteriormente comparar los resultados obtenidos entre el método mediado por la realidad Mixta/Híbrida, y el método tradicional mediado por las Tics convencionales, en la elaboración y aprendizaje de ciclos de animación.

Palabras Clave— Realidad Mixta/Híbrida, Animación, Aprendizaje, Educación, Inmersión.

ABSTRACT

This research, of nature quasi-experimental and quantitative, presents the development, implementation and results, of a methodology that uses the Mixed / Hybrid reality as a central technology, in the teaching-learning of animation, by means of a mobile application or prototype, that allows the visualization of concepts and kinetic structures in a virtual and immersive environment. In this finalized study, are analyzed the technological tools that facilitate the interactive content elaboration (video, images and 3D models), for learning and appropriation animation cycles for higher education, specifically in the realization of animation course at the Autonomous University of Bucaramanga - UNAB. The movil application is

Primer Autor: autor1@unal.edu.co, estudiante de Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Colombia.

Segundo Autor: autor2@unal.edu.co, Profesor, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia

Tercer Autor: autor3@yahoo.com, Magister en Ingeniería - Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia.

used in two groups: Experimental and Control, each one by 15 test subjects, to later compare the results obtained between the method mediated by the Mixed / Hybrid reality, and the traditional method mediated by the conventional Tics, in the development and learning cycles animation

Key Words Mixed / Hybrid reality, Animation, Learning, Education, Immersion.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto presenta el proceso de enseñanza de animación en la educación superior, empleando nuevas herramientas tecnológicas emergentes, que además de ser accesibles para los estudiantes permiten la interpretación del movimiento de una manera más cercana a la realidad, ya que de acuerdo con [1], el lenguaje técnico, la visualización bidimensional y la dificultad en la comprensión de los conceptos cinéticos, hace de la animación un tema complejo para su enseñanza.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han forzado el desarrollo de iniciativas innovadoras para la enseñanza de contenidos tradicionalmente complejos. Es por esto que los avances sobre la realidad virtual (RV), aumentada y mixta permiten que la educación tradicional se modifique de acuerdo al ritmo del crecimiento tecnológico [2]. Las aplicaciones de RV, permiten recrear situaciones enfocadas a la adquisición de habilidades, ya sean destrezas manuales, habilidades intelectuales o capacidades sociales. Se ha visto que el uso de aplicaciones atractivas en edades tempranas puede hacer que el sujeto aprenda sin que lo perciba como una actividad que requiere esfuerzo [3]. Por tal motivo, es necesario estudiar y desarrollar nuevas formas de aprendizaje y así facilitar la apropiación y ejecución de conceptos propios en la educación superior.

Aun cuando lo anterior es evidente, la ausencia de un modelo instruccional que permita la correcta implementación e integración de las TIC al sistema educativo actual con respecto a los contenidos relacionados a las estructuras complejas como con la kinética en formas bidimensionales y tridimensionales, hace necesario el desarrollo de herramientas o aplicaciones que posibiliten la enseñanza de estos contenidos a través de nuevas tecnologías.

Este estudio presenta la realidad Mixta/Híbrida como un recurso implementado en la educación superior, con sus limitaciones y resultados en el aula de clase, facilitando la experiencia de aprendizaje en ciclos de animación.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este estudio se fundamenta en una investigación, de carácter cuantitativo cuasi-experimental, en el cual se utilizó un diseño pre-post test con dos grupos (grupo control y experimental). La información recolectada fue analizada mediante métodos estadísticos utilizando SPSS. De los resultados encontrados se infirió la relevancia (1) de la aplicación de realidad Mixta/Híbrida y (2) la integración de la realidad mixta/híbrida en el modelo educativo para la enseñanza de animación. En donde se desarrollaron los siguientes apartados:

- Objetivo General y específicos del proyecto.
- Desarrollo del prototipo de Realidad Mixta/Híbrida para la enseñanza de animación en la educación superior.
- Resultados obtenidos durante la implementación del prototipo.

III. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta la descripción del proyecto, se originó la siguiente pregunta de investigación que direcciona el presente estudio:

¿Cómo, desde un prototipo instruccional mediado por las TIC, se pueden enseñar contenidos de animación considerados complejos y de difícil comprensión para facilitar su aprendizaje?

Esta interrogante derivó la siguiente hipótesis:

¿Existe una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento académico entre un grupo que recibe clases de manera tradicional y otro que implementa una aplicación mediada por la realidad mixta/híbrida para el aprendizaje de animación?

Con base en la hipótesis planteada, se desprendieron los siguientes objetivos:

A. *Objetivo general.*

Desarrollar una aplicación interactiva, que integre herramientas de realidad Mixta/ híbrida para el aprendizaje de ciclos de animación.

B. *Objetivos específicos.*

- Definir los lineamientos en la construcción de un prototipo de realidad Mixta/híbrida para el aprendizaje de la animación.
- Diseñar un prototipo de sistema de realidad Mixta/híbrida para el aprendizaje en animación que involucre espacialidad, tiempo, movimiento y forma.

- Implementar el prototipo de realidad Mixta/híbrida tomando como caso de estudio el curso de animación del programa de artes audiovisuales en la universidad autónoma de Bucaramanga.
- Evaluar la efectividad del prototipo de realidad Mixta/híbrida, su desempeño, usabilidad y resultados en cuanto aprendizaje obtenido en un grupo de estudiantes.

IV. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE REALIDAD MIXTA/HÍBRIDA

Para el desarrollo de los objetivos propuestos, dentro del marco instruccional mediado por la realidad Mixta/híbrida fue necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

A. *Versatilidad:*

Se encontró que el prototipo, tenía que ser fácil de usar en varios espacios diferentes al aula de clase, para que el estudiante pudiera acceder a la información cuando así lo requiriera, esta característica indicaba también un alto grado de movilidad, sin cables o artefactos que impidieran el desplazamiento, o que delimitaran su uso a un lugar específico. De esta manera el prototipo debía facilitar su portabilidad y construcción de ser necesario.

B. *Inmersión:*

Se entendió, que la inmersión era una de las cualidades presentes en todos los sistemas de Realidad Mixta/Híbrida, sin importar cual fuese el campo de conocimiento en que esta se aplicara, por tanto el prototipo debía propender hacia una inmersión total o parcial. Puesto que es en este espacio inmersivo, en donde el estudiante tendrá la información, con la cual trabajar.

C. *Interactividad:*

El proyecto Zero propone que el conocimiento no se debe presentar de manera aislada, sino que el aprendiz debe correlacionarse de una manera directa con lo que está aprendiendo,[4].

Por tanto se debía desarrollar una manera de comunicación eficaz entre el educando y el contenido alojado en el prototipo.

Estos aspectos fueron fundamentales en la definición de los lineamientos para la construcción del prototipo de realidad Mixta/híbrida en el aprendizaje de la animación, así como para el planteamiento del diseño del mismo, aplicación y posterior implementación, etapas que se presentan continuación.

V. DISEÑO

Una vez establecidos los lineamientos, el siguiente paso fue el diseño de un prototipo de sistema de realidad mixta/híbrida para el aprendizaje en animación.

Durante la etapa de diseño, se tuvo en cuenta las corrientes pedagógicas del constructivismo, constructacionismo y proyecto Zero, así como las necesidades contenidas en los lineamientos anteriormente mencionados, para que el método de enseñanza-

aprendizaje de estructuras cinéticas a desarrollar, dentro de la clase de animación fuera el más adecuado .

De esta manera se optó por el diseño de un prototipo que involucrara el uso de Google CardBoard, ya que al compararlo con los demás dispositivos se encontró que es un instrumento versátil, multiplataforma, interactivo, de fácil acceso, con inmersión parcial, y que se empleaba como herramienta de enseñanza en un gran porcentaje de proyectos enfocados en el sector pedagógico.

También fue necesario el diseño de una aplicación o Software, para dispositivos móviles, que empleara el cardboard y que alojara los contenidos con los cuales el estudiante pudiese llegar a construir su conocimiento.

VI. IMPLEMENTACIÓN

Con el prototipo de Realidad Mixta/Híbrida, diseñado, se procedió a la etapa de desarrollo e implementación del mismo, como caso de estudio, en el curso de Realización de Animación de cuarto semestre de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. El primer paso fue la construcción del prototipo de acuerdo a los aspectos propuestos en la fase de diseño, generando dos procesos simultáneos, uno de contenido y otro de construcción de software. En el área visual fue necesario modelar y animar varias estructuras cinéticas, mediante un programa de animación 3D, llamado Maya y licenciado por la universidad, estas estructuras se realizaron en su mayoría con formas geométricas segmentadas, fijándolas a un esqueleto virtual, que se asemejaba a uno real, para recrear los puntos en donde se encontraban las articulaciones, permitiendo mover las partes geométricas separadas entre sí, de manera encadenada o conjunta (*figura 1*).

Con los modelos y los esqueletos ya terminados, fue factible realizar la animación correspondiente a cada una de las estructuras, para esto se tomaron tanto las referencias gráficas y visuales como la experiencia del animador, lo cual permitió asignar el movimiento correcto a cada una de las figuras (*figura 2*).

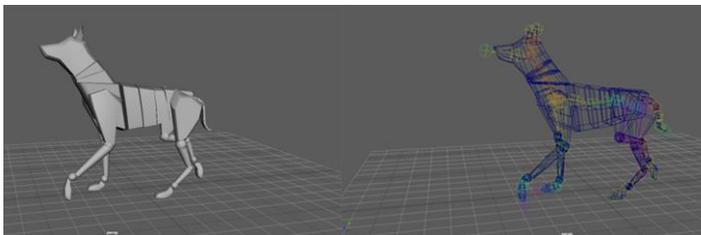


Imagen 1 Ejemplo del modelo desarrollado y esqueleto virtual.

Se encontró que al utilizar el principio de animación “pose a pose” era factible controlar el número de cuadros a realizar y que además facilitaba el uso de la técnica de animación “Animación limitada” que correspondía a 12 fps, permitiendo visualizar mejor los fotogramas clave, al no tener tantos intermedios como cuando se trabaja con 24 fps como lo indica [5] (Costa, 2010).

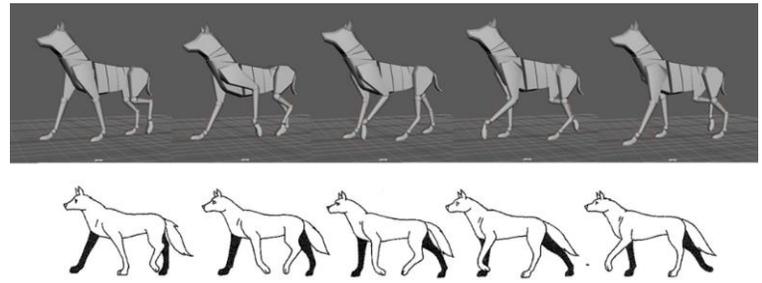


Imagen 2 Referencia gráfica para la elaboración de las animaciones, de las estructuras cinéticas.

Fuente: (Tezuka, Productions Co.,Ltd., 2005).

Una vez finalizadas las estructuras, junto con su respectiva animación, se procedió a exportarlas como archivo FBX, pues es una manera en la que se traslada la información correspondiente de la malla poligonal, el esqueleto y la animación, al programa donde se estructuraría la aplicación de Realidad Mixta/Híbrida. Paralelamente al desarrollo visual, se trabajó la segunda relacionada al área de ingeniería de sistemas, generando la interfaz de realidad Mixta/Híbrida para el aprendizaje de animación. Iniciando varias pruebas con modelos estáticos antes de incluir las estructuras a trabajar y sobre el motor de videojuegos Unity, se construyó el menú principal que debía girar 360 grados y contener las figuras a trabajar, el menú emergente (*Figura 3*), se hizo de forma bidimensional, apareciendo al hacer dos clics con el botón físico, las funciones de las opciones: Inicio, Cuadro a Cuadro y Normal, se ejecutaban al posicionar un puntero sobre los espacios correspondientes a cada una de ellas, en cuanto a la instrucción de visualización cuadro a cuadro, se asignó un clic físico que permitía acceder a la animación fotograma a fotograma de manera consecutiva hasta finalizar el loop de 12fps (*Figura 4*).

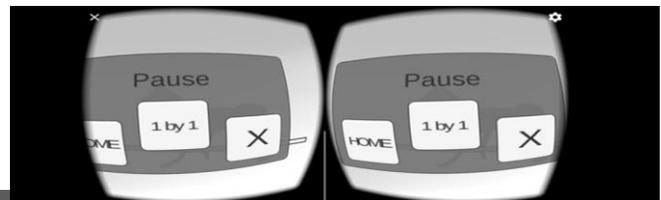


Imagen 3, Menú Emergente

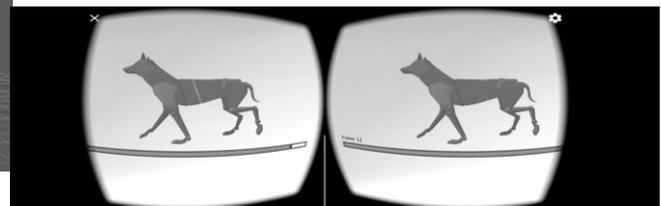


Imagen 4, Selección de la opción cuadro a cuadro o (1by1)

La Manera en que se presentan y visualizan los contenidos, presentó un desafío puesto que la cámara virtual por defecto estaba programada según el movimiento externo de la cabeza, para evitar esto se programó una función, que permitía a la cámara acoplarse a la posición de plano más próxima, según se manipulara la estructura cinética seleccionada (*Figura 5*).

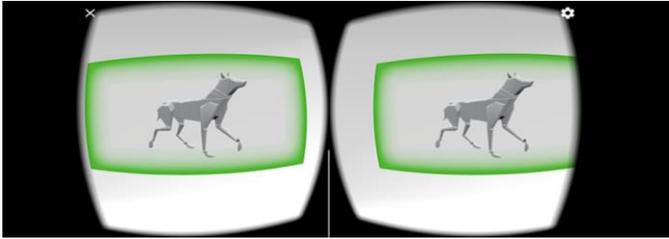


Imagen 5, Función de la cámara virtual.

Con el prototipo creado, se continuo con la selección de preguntas para la creación de un instrumento que permitiera evaluar la herramienta de enseñanza de animación mediada por la realidad Mixta/Hibrida, de manera estadística, dentro de una prueba piloto.

VII. APLICACIÓN

Para este proyecto se realizo una prueba que implementó un protocolo de evaluación o rúbrica analítica (tabla No 4), desglosando los indicadores con respecto al uso de los métodos de aprendizaje, tradicional y mediado por la realidad Mixta/Hibrida, describiendo los criterios observables para cada nivel (1-Bajo, 2-Medio Bajo, 3-Medio, 4-Alto Bajo y 5-Alto); con el fin de hacer un análisis detallado de cada una de las categorías (tiempo, número de estructuras finalizadas) y subcategorías (aspectos del prototipo) asociadas a la evaluación. Detectando los puntos fuertes y débiles del individuo o grupo en la ejecución de la misma, además permitió la retroalimentación docente-estudiante, estudiante-prototipo, docente-método de aprendizaje, a la hora de establecer los criterios de puntuación de los aspectos dentro de la actividad como lo indica [6].

Tabla 1. Rubrica.

Categorías	1-Bajo	2- Medio-Bajo	3- Medio	4 Alto-bajo	5 –Alto
Relevancia. La importancia en el aprendizaje de ciclos por medio de la realidad virtual en las clases de animación	No fue útil, pues es más fácil entender el movimiento por medio de otros formatos.	Es confuso entender el movimiento por medio del prototipo, y empleo otro medio.	Entiende el movimiento por medio del prototipo y uso otro formato a la vez.	Entiende el movimiento por medio del prototipo, pero de vez en cuando utiliza otro formato.	Es altamente útil, pues entiende el movimiento en su totalidad a través del prototipo.

Ejemplo de la rúbrica elaborada para evaluar el rendimiento y otros factores de los métodos de enseñanza-aprendizaje.

La prueba conto con dos grupos (1) Experimental, (2) Control, cada uno de 15 estudiantes, del Programa de Artes Audiovisuales, entre los 22 y 25 años, pertenecientes a cuarto semestre de la clase de realización de animación, a quienes se les realizo un test practico de tres horas de duración y que consistía en crear tres estructuras cinéticas diferentes, indicadas por el docente, en este caso un grupo empleaba el prototipo de aprendizaje de realidad Mixta/Hibrida como herramienta para su realización (Imagen No 6) y otro el método tradicional digital.



Imagen 6, Estudiantes del grupo piloto ejecutando la prueba, con el prototipo de realidad Mixta/Hibrida.

Después de la prueba, los estudiantes y el docente completaron una rúbrica, con puntajes de 1 a 5 sobre su experiencia respecto al método tradicional y el mediado por la realidad Mixta /Hibrida, evaluando dos aspectos, uno directamente relacionado a los métodos de aprendizaje y otro indirectamente relacionado con los métodos de aprendizaje. (Tabla no 2)

Tabla 2. Aspectos evaluados.

Variables Directamente relacionadas con el método de aprendizaje	Variables Indirectamente relacionadas con el método de aprendizaje
tiempo	Relevancia
No de estructuras cinéticas realizadas	Necesidad
Errores	Artefacto
Aciertos	Interfaz
	Controles
	Usabilidad
	Modelos presentados

Variables de aprendizaje

El objetivo de la prueba práctica era establecer si existía una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de modelos de movimiento, con los estudiantes que emplearon el prototipo (grupo experimental) respecto a los estudiantes que emplearon métodos tradicionales de enseñanza (grupo control).

$H_0: \mu_d = 0$, hipotesis nula, no hay diferencia significativa entre los grupos

$H_a: \mu_d \neq 0$, hipotesis alternativa, existe diferencia significativa entre los grupos

Para poder cuantificar el aprendizaje obtenido por cada grupo de estudiantes, se tomó en cuenta el rendimiento en la prueba, determinado por el número de estructuras realizadas con respecto al tiempo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{No Estructuras}}{\text{Tiempo}}$$

Teniendo en cuenta que el máximo de estructuras cinéticas asignadas por el docente eran tres y el tiempo para la realización de la prueba era de tres horas, se obtuvo que la media de rendimiento era de una estructura cinética cada hora.

$$\text{Media de Rendimiento} = \frac{\text{No Estructuras 3}}{\text{Tiempo 3}} = 1$$

Una vez encontrada la variable de rendimiento era necesario evaluarla, para esto se tomaron los valores de 1 a 5 dispuestos en el instrumento como lo muestra la (tabla No 3).

Tabla 3. Calificación.

Estructuras realizadas y su calificación, según el instrumento creado

Estructuras realizadas <i>E</i>	Calificación <i>C</i>
0	1
1	2
2	3
2,5	4
3	5

Escala de valores para evaluar la media de Rendimiento.

De acuerdo a esta información se procedió a realizar una función que evaluara el rendimiento obtenido por cada estudiante en la prueba. En donde F_r es la función de rendimiento, E el número de estructuras realizadas, C la calificación, y t el tiempo empleado por cada estudiante en la realización de la prueba.

$$F_r = \frac{E * C}{t}$$

De esta manera la función de rendimiento está representada por el producto entre las estructuras realizadas y la calificación, sobre el tiempo.

Comparación gráfica de la media de rendimiento sobre la calificación de los dos grupos analizados. $r = \frac{E * C}{t}$



Imagen7, Gráfica Lineal, Comparativo de rendimiento sobre calificación.

A los datos hallados en la función de rendimiento se les asigno las medidas X_i (grupo control) y Y_i (grupo experimental), encontrando la diferencia entre las dos. Como indica [7], esta diferencia genero una nueva variable, que posteriormente fue utilizada para encontrar el estadístico t de Student.

Diferencia de los grupos control y experimental

$$d_i = x_i - y_i$$

$$d_i = 119,66$$

Con el valor de la diferencia de los grupos, sobre el número de la muestra n fue factible encontrar la media estadística.

$$\bar{d} = \frac{d_i}{n} = \frac{119,66}{15}$$

$$\bar{d} = 7,977$$

Posteriormente se calculó la varianza de los grupos.

$$\sigma = \frac{(d_i - \bar{d})^2}{n - 1}$$

$$\sigma = 41,361$$

La varianza fue necesaria para encontrar la desviación estándar de los grupos analizados.

$$s = \sqrt[3]{\sigma}$$

$$s = 6,431$$

El número de la muestra (n) sobre la raíz cuadrada de la desviación estándar (s), dio como resultado el error estándar ($s_{\bar{d}}$)

$$s_{\bar{d}} = \frac{n}{\sqrt{s}}$$

$$s_{\bar{d}} = 1,661$$

Al igual que la variable de diferencia el error estándar fue fundamental para encontrar el estadístico de prueba.

A. Confiabilidad y validez:

Para Validar la hipótesis, de este proyecto de investigación, se empleó la prueba t de Student de datos apareados, puesto que la variable de rendimiento es común en los dos grupos, se mide más de una vez y la muestra de la población de estudiantes de Animación del programa de Artes Audiovisuales es demasiado pequeña, como para que el estadístico en el que está basada la inferencia, este normalmente distribuido, como indica [8].

$H_0: \mu_d = 0$, hipótesis nula, no hay diferencia significativa entre los grupos control y experimental

Imagen 7, Gráfica Gaussiana, Ubicación del estadístico de prueba Obtenido.

$H_a: \mu_d \neq 0$, hipótesis alternativa, existe diferencia significativa entre los control y experimental

Para el desarrollo de la prueba t Student fue necesario, establecer un nivel de significancia (α): del 5% (0,05). Es decir con un intervalo de confianza del 95%.

Luego, se tomó el Error estándar $s_{\bar{d}}$ hallado anteriormente, el cual representa la diferencia entre las muestras de los grupos de la hipótesis.

$$s_{\bar{d}} = 1,661$$

Con estos valores se obtuvo el estadístico de prueba por tablas. El valor correspondiente fue de 2,1445

$$t_{v,\alpha} = t_{14,0,05} = 2,1445$$

De esta manera se encontró que se aceptaba la hipótesis nula H_0 , si:

$$-2,1445 < t < 2,1445$$

O se rechazaba H_0 si:

$$t < -2,1445 \text{ ó } t > 2,1445$$

Como lo indica la (imagen No 24).

Después se calculó el estadístico de prueba de manera numérica o t .

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s/\sqrt{n}} = \frac{\bar{d} - \mu_d}{s_{\bar{d}}} = \frac{7,977 - 0}{6,431/\sqrt{15}} = \frac{7,977 - 0}{1,661} = 4,804$$

Al Comparar estadístico de prueba obtenido de manera numérica con el estadístico de tablas. Se observó que el estadístico de prueba se encontraba en la región de rechazo.

significativa en la muestra tomada de los grupos control y experimental con una significancia del 5%.

$H_0: \mu_d \neq 0$, hipótesis, existe diferencia significativa entre los grupos control y experimental

CONCLUSIONES

Las metodologías de enseñanza aprendizaje han ido evolucionando, la mayoría, sino la totalidad de las instituciones educativas de nivel superior, ya incorporan dentro de sus currículos herramientas TIC, orientadas a estudiantes que son nativos digitales y que cada vez más se conectan a ese mundo tecnológico que les permite comprender de manera sencilla su realidad, lo cual hace necesario no solo el desarrollo de nuevas tecnologías sobre las ya existentes, sino el planteamiento de nuevas corrientes pedagógicas que brinden soluciones a los problemas y comunidad educativa de este siglo.

A la luz de la ejecución y los resultados presentados en los apartados anteriores se puede deducir que el prototipo demostró que los estudiantes (grupo experimental) que mediaron su proceso de aprendizaje con la estrategia que integraba la RM/RH, obtuvieron, en la prueba de conocimientos, una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el rendimiento que el otro grupo (control) de estudiantes.

Finalmente, los posibles alcances de estos resultados no deberían entenderse sólo dentro del ámbito de la educación formal. Es posible indagar sobre las incidencias e implicaciones que la incorporación de la RM/RH pudiera tener en ambientes corporativos. Los procesos de entrenamiento y capacitación podrían fortalecer sus dinámicas y generar un mayor impacto en la práctica empresarial reduciendo costos y optimizando procesos.

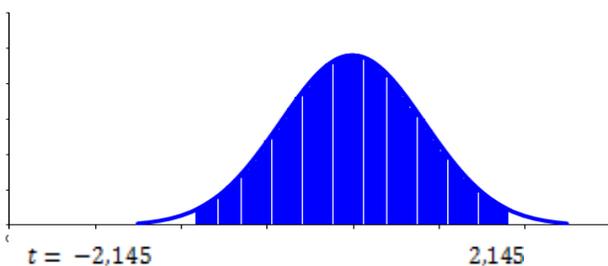


Imagen8, Gráfica estadístico de prueba

Se encontró entonces que se rechaza la hipótesis nula por lo tanto se acepta que si existe una diferencia estadísticamente

REFERENCIAS

- [1] Shaw, S. (2008). Stop motion , craft skill for model animation. En S. Shaw, Stop motion , craft skill for model animation (pág. 22). Londres: Focal Press.
- [2] Roman Eduardo Sarmiento Porras,"Tendencias recientes de la Educación Virtual y su fuerte conexión con los Entornos Inmersivos" . En: Venezuela
- [3] Dominguez, J. J., & Luque, R. (2011). Tecnología Digital y Realidad Virtual. (págs. 109-110-155-156- 163-171-174). Madrid: Sintesis.
- [4] Harvard University. (24 de octubre de 2016). Projet Zero. Obtenido de Projet Zero. Disponible en : <http://www.pz.harvard.edu/>
- [5] Costa, J. (2010). Películas clave del cine de animación. Barcelona : Robin Book., cap. 4.
- [6] Gatica Lara, F., & Urribarren Berrueta, T. d. (2012). ¿Cómo elaborar una rúbrica. Investigación en Educación Médica, 61-62.
- [7] Peró Cebollero, M., Leiva Ureña, D., Guàdia Olmos, J., & Solanas Pérez, A. (2012). Estadística aplicada a las ciencias sociales. Madrid: Garceta.
- [8] Anderson, D., Sweeney, D., Thomas, W., Camm, J., & Cochran, J. (2016). Estadística para Negocios y Economía. México DF: Cengage Learning.
- [9] Falah, J., Alfalah, S., Khan, S., Chan, W., Alfalah, T., & Harrison, D. (2014). Virtual Reality Medical Training System for Anatomy Education. Science and Information Conference 2014, 752,753.
- [10] Lavroff, N. (1993). Mundos virtuales, Realidad Virtual y Ciberespacio. En N. Lavroff, Mundos virtuales, Realidad Virtual y Ciberespacio (págs. 19-20-24-25). Madrid: Anaya multimedia.
- [11] Madhurima, P., Koosha, S., Vinaya, C., Ayan, B., & Gupta, S. K. (2015). Permitiendo el Entrono Colaborativo entre Dispositivos Inteligentes en Tiempo Real. iMPact Lab, 46,47,48,49.
- [12] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (10 de julio de 2016).
- [13] MinTIC. Obtenido de MinTIC: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-540.html>
- [14] Obaya Valdivia, A. (2003). El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora. ContactoS, 61,62,63
- [15] A. Ramírez, & M. Á. Casillas, Háblame de Tic, Tecnología en la educación superior (pág. 31). Cordoba: Brujas.