

Aprendizaje de cálculo de probabilidades aplicando modelo didáctico ABP, Derive y Winplot. Escuela de Ingeniería Estadística, UNT.

Learning of probability calculation applying the ABP, Derive and Winplot didactic model. School of Statistical Engineering, UNT

Aurora R. Neciosup Obando¹

¹Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor correspondiente: aneciosup@hotmail.com (A. Neciosup)

RESUMEN

Esta investigación aborda el estudio del modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot aplicado en el curso de Cálculo de Probabilidades I, cuyo objetivo es su eficacia en el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I de los estudiantes de Ingeniería Estadística de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la UNT matriculados en el semestre académico 2012-I, motivada por las dificultades del estudiante en el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I. Se trabajó con la población con dos grupos: Uno aplicando el modelo tradicional y otro el modelo planteado con 16 alumnos cada uno. Primero, se evaluó el rendimiento de los estudiantes, cada grupo, mediante prueba de hipótesis de la media de las diferencias obteniéndose mejoras en el aprendizaje en cada uno de los modelos, con un rendimiento medio de 14,7 con el modelo propuesto y 11,7 con el modelo tradicional. Luego, se evaluó en la fase post test de cada grupo, mediante prueba de hipótesis de comparación de medias; concluyendo que el Modelo planteado es eficaz en el aprendizaje del curso de Cálculo de Probabilidades I de los estudiantes de Ingeniería Estadística, donde el rendimiento medio de los estudiantes fue de 14,7.

Palabras clave: Aprendizaje; Estudiante; Cálculo de Probabilidades I; Modelo didáctico ABP; Derive y Winplot

ABSTRACT

This research deals with the study of the ABP didactic model and computerized educational material Derive and Winplot applied in the course of Probability Calculus I, whose objective is its effectiveness in the learning of Probability Calculus I of the students of Statistical Engineering of the Faculty of Sciences Physics and Mathematics of the UNT enrolled in the academic semester 2012-I, motivated by the student's difficulties in learning Probability Calculus I. We worked with the population with two groups: One applying the traditional model and the other the proposed model with 16 students each. First, the performance of the students, each group, was evaluated by hypothesis test of the mean of the differences, obtaining improvements in learning in each of the models, with an average yield of 14.7 with the proposed model and 11.7 with the model traditional. Then, it was evaluated in the post-test phase of each group, by means of hypothesis test of comparison of means; concluding that the proposed Model is effective in learning the Probability Calculus I course of the students of Statistical Engineering, where the average performance of the students was 14.7.

Keywords: Learning; Student; Probability Calculus I; Model Activity ABP; Derive and Winplot

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad ocupa un lugar de privilegio en ese proceso de continua renovación, concretamente en los sectores vinculados al desarrollo cultural, científico y técnico. Es por esto por lo que la formación y el conocimiento son factores clave en este contexto de innovación tecnológica continua, en el que el impacto de la transferencia y utilización de las nuevas tecnologías depende de la capacidad de absorción de la población estudiantil. La nueva sociedad demanda profesionales con el elevado nivel cultural, científico y técnico que sólo la enseñanza universitaria es capaz de proporcionar. Los efectos de las mejoras en el stock de

conocimientos de estos estudiantes dependen de la escala de aprendizaje alcanzado y de las capacidades y destrezas que incorporan los estudiantes al pasar de un curso a otro. Si la enseñanza-aprendizaje en las aulas universitarias se considera como una inversión en capital-humano, entonces la evaluación de los avances en el aprendizaje y cambios en las técnicas de enseñanza tienen una gran relevancia práctica y social.

La educación universitaria tiene como reto fundamental, formar hombres y mujeres con actitudes positivas, con capacidades para buscar informaciones actualizadas, seleccionar, sistematizar, utilizar nuevos conocimientos; proceso que debe verse acompañado necesariamente de una toma de conciencia por parte del estudiante, de cómo es que aprende y qué método aplica para ser capaz de hacerlo. Behar y Grima, (2001).

La enseñanza de la matemática siempre ha sido un desafío para los docentes quienes, en busca de alcanzar el aprendizaje esperado por sus estudiantes, han empleado diferentes metodologías. A pesar que ya se han dado algunos intentos de combinar la enseñanza de la matemática con la tecnología, aun no se ha dado el empuje necesario para lograrlo.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), es entendido como caso o situaciones problemas, que conducen a un estudio de casos. Es una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor.

El ABP incluye actividades de aprendizaje de: exploración de ideas previas, introducción de variables, síntesis y transferencia de contenido, y giran en torno a la discusión de un problema. Sánchez, Moreira y Caballero (2009); Duch, Groh y Allen (2001).

La idea central de la teoría de Ausubel, es la noción del "Aprendizaje Significativo". Se produce aprendizaje significativo cuando la nueva información se incorpora a la estructura cognitiva del aprendiz, es decir, cuando esta información (idea, relación, etc.) tiene significado a la luz de la red organizada y jerárquica de conceptos que el individuo ya posee Ausubel (1968). Se plantea una nueva forma de enseñar y aprender dando importancia a los conocimientos previos, que el alumno dispone y a la integración de los nuevos, promoviendo el desarrollo cognitivo. Soto (2009).

Por tanto, para que el aprendizaje sea significativo, el material empleado para enseñar y aprender debe ser potencialmente significativo y el alumno debe manifestar una disposición para aprender. Es decir, en este proceso, la nueva información entra en interacción con una estructura de conocimiento específica que Ausubel llama "concepto subsumidor", existente en la estructura cognitiva de quien aprende. De lo anterior se deduce que el aprendizaje significativo sería el resultado de la interacción entre los conocimientos del que aprende y la nueva información que se va a aprender. Ausubel, Novak y Hanesian (1983); Moreira (2000). De esta manera, se pueden utilizar con eficacia los conocimientos previos en la adquisición de conocimientos que favorezcan la transferencia del contenido.

Uno de los principales aportes de Vigotsky a la psicología, fue considerar la importancia de las actividades con significado social en la conciencia, que pretendía una explicación de los procesos mentales superiores (pensamiento, lenguaje, comportamiento voluntario). Aquí, tiene particular presencia la teoría constructivista. Sánchez et al (2009); en el diseño, elaboración y aplicación del aprendizaje basado en problemas, es de gran importancia el contexto y presentación del problema para lograr un aprendizaje significativo. Sánchez y Ramis (2004).

En el proceso de construcción de los objetos matemáticos, en sus relaciones y sus funciones se pueden producir errores, que se subsanan reconstruyendo un significado más profundo del conocimiento a través de la interacción social del sujeto que aprende junto con otros sujetos. Esto le permite avanzar más en grupo que individualmente, utilizando el lenguaje como medio, no sólo para comunicar los hallazgos propios, sino para estructurar el pensamiento (internalización). Galán, Izquierdo, J., Izquierdo, A., López, Pascual, Posada, Santos, Villafañez (2007).

La responsabilidad del aprendizaje es traspasada y corresponde al estudiante, que es el encargado de construir significados. El profesor tiene la función de fomentar la participación activa de los estudiantes para promover el control de su propio aprendizaje, creando instancias de interacciones múltiples con el objetivo de compartir significado en la clase, fomentando la naturaleza social del aprendizaje. Vigotsky (1978).

Para Jorba y Casellas (1997), las actividades de aprendizaje que se plantean a los estudiantes en la clase deben promover que la construcción y adquisición del conocimiento se logre en los grupos de trabajo colaborativo compartiendo significado, teniendo presente que la construcción del conocimiento científico requiere de tiempo y dedicación, lo que se evidencia a través de la aplicación y la transferencia de los contenidos adquiridos, además estas actividades deben promover el aprendizaje autónomo por medio de la investigación y trabajo personal.

La intervención metodológica bajo ABP tiene como fin establecer su influencia en las estrategias de aprendizaje, motivación y rendimiento académico. Es decir, lograr que los estudiantes aprendan a aprender desarrollando estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas, que lleven a un aprendizaje significativo y funcional, a través de las diversas actividades de aprendizaje, trabajadas por los estudiantes en forma colaborativa. Sánchez y Flores (2004), Sánchez, Neriz y Ramis (2008). En este trabajo se busca mejorar el proceso de enseñar a aprender de forma significativa en la unidad programática de Estadística y Probabilidades, aplicada en dos cursos de cuarto año de Educación Media del Colegio Einstein. Aquí la responsabilidad del aprendizaje es traspasada al alumno, que son los encargados de construir significados.

Los resultados previos obtenidos confirman que el empleo de la metodología activa, con base en problemas, favorece las prácticas pedagógicas de los académicos y apuntan hacia el logro de aprendizaje más significativo, el desarrollo de capacidades para el trabajo en equipo, la mejora de las capacidades de comunicación oral y escrita. Sánchez et al. (2009).

Las probabilidades son una herramienta fundamental en el desarrollo de un individuo que van más allá de realizar experimentos aleatorios y juegos de azar, son una forma de entender el mundo, ampliar nuestra forma de pensar y acercarnos al resultado de un presunto evento para afrontarlo, de tal manera, que sea productivo para nosotros. En las probabilidades ofertadas por el currículo oficial de Chile se asume el criterio, según el cual la gran mayoría de nuestros estudiantes no comprenden el desarrollo formal de la Teoría de la Probabilidad. Por lo que se hace necesario un tratamiento didáctico más práctico, mediante problemas concretos o experimentos reales y/o simulados. Regularmente, se encuentran estudiantes de nivel medio que son hábiles en áreas de las matemáticas y tienen grandes dificultades para entender en los métodos de probabilidades. Pluinage (2005).

Los trabajos de Piaget, Vigotsky, Brunner y Ausubel, contribuyen a la aparición de este enfoque cognitivo y constructivista, que concede al sujeto un papel activo en la construcción de los aprendizajes, y donde lo primordial es el análisis de las actividades mentales, del procesamiento de la información, la motivación, la codificación, la memoria, los estilos cognitivos y la solución de problemas.

Es por ello, que el software educativo entra a formar parte de los postulados de la teoría constructivista precisamente porque es una manera interactiva de enseñar, donde el estudiante consigue, a través de la mediación docente-máquina, actividades significativas que realiza con motivación e interés. Particularmente, cuando se presentan programas de software educativos de matemáticas, considerando que esta área no es fácil, dado que se presentan desde sencillas calculadoras, hasta ambientes integrados de visualización y construcción de modelos matemáticos, es decir, o los productos son tan sencillos que se consideran triviales, o son tan complejos que solo los matemáticos pueden aprovecharlos, en estos entornos, la utilización de recursos como el video, las bases de datos, los hipertextos, los hipermedia ofrecen mediaciones de gran interés.

Galvis (1992) define software educativo: “A nivel educativo suele denominarse software educativo a aquellos programas que permiten cumplir o apoyar funciones educativas”, con lo cual “nos estamos refiriendo por Material Educativo Computarizado (MEC), a las aplicaciones que apoyan directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje, a las que en inglés se denomina courseware (i.e. software educativo para los cursos)”.

Según Mora (2003) “La presente investigación plantea el objetivo de determinar el grado de efectividad del empleo de software educativo en la enseñanza de Cálculo de Probabilidades. Este medio no es nuevo, ya que en la actualidad la computadora y sus programas se han convertido en el medio artificial más difundido para el tratamiento de diversos conceptos matemáticos, los cuales van desde juegos y actividades para la matemática elemental, hasta teorías y conceptos matemáticos altamente complejos, sobre todo en el campo de las aplicaciones. Estos medios ayudan a los docentes para su desempeño en el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, asimismo, el papel de las tecnologías de información y comunicación, en el ámbito educativo, han ido acrecentándose”.

En los últimos años, la enseñanza de la matemática ha evolucionado, según Mora (2003): Este avance ha tenido lugar, en la mayoría de los casos, en el ámbito teórico, sin consecuencias significativas para grandes sectores de la población”, aludiendo esto a la escasa comunicación entre los docentes de aula y los “teóricos” de la educación matemática y “por otra en que los docentes durante su formación y actualización aún no tendrían de suficiente información sobre estrategias didácticas para el desarrollo apropiado del proceso de aprendizaje y enseñanza de la matemática escolar. Asimismo, menciona las profesoras y profesores de matemática y de otras áreas del conocimiento científico se encuentran con frecuencia frente a exigencias didácticas cambiantes e innovadoras, lo cual requiere una mayor atención por parte de las personas que están

dedicadas a la investigación en el campo de la didáctica de la matemática y, sobre todo, al desarrollo de unidades de aprendizaje para el tratamiento de la variedad de temas dentro y fuera de la matemática.

Asimismo, Ruiz (2008) señala, en sus conclusiones, que “la competencia del profesor de matemática es un aspecto esencial en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual incluye no solo un profundo conocimiento del contenido matemático, sino también del pedagógico y de la didáctica de la matemática”.

Existen múltiples investigaciones referidas a la enseñanza de la matemática a través de software educativo, como el de Maita (2005); Morales y Vera (2007); Aranda y Callejo (2010); Depool (2005); entre otros.

Grouws (1992) relacionaba las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas con las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y la estadística afirmando que “enseñar probabilidad y estadística es la enseñanza de resolución de problemas”, que recoge Jones y Thornton (2005). “Probabilidad aplica en situaciones cotidianas, en los juegos, en el procesamiento de datos, en los seguros, en la economía, en las ciencias naturales. No hay ninguna parte de la matemática que se aplica universalmente, excepto, por supuesto, la aritmética elemental”, nos recordaba también Freudenthal (1970b). “Debe quedar claro que la demanda de las matemáticas técnicamente formalizados en la probabilidad es muy baja. Una vez que domine las fracciones, se puede avanzar bastante lejos de la probabilidad, un poco de álgebra es suficiente para formular los principios de la probabilidad de un modo general” (Freudenthal 1970a).

Desde principios de los años 80, Orton (1983) mostró que los estudiantes participantes en su investigación poseían un razonable dominio del álgebra algorítmica en el desarrollo de cálculos de derivadas e integrales; sin embargo, presentaban dificultades significativas en la conceptualización de los procesos límite subyacentes a las nociones de derivada e integral, además de registrar dificultades asociadas a la utilización de representaciones gráficas relevantes y la ausencia de significado asociado a los símbolos que se utilizan.

Calvo (1998); Turégano (1998), señalan la tendencia de muchos estudiantes a considerar la integral siempre como un área, por lo que debe tener signo positivo.

Otras investigaciones han mostrado también las discrepancias existentes entre las definiciones formales que los estudiantes son capaces de citar y los criterios que utilizan realmente en el trabajo práctico, además de las dificultades con el razonamiento lógico y las demostraciones, las representaciones gráficas y la conexión del trabajo algebraico y gráfico de una forma flexible. Tall (1991).

Por otro lado, muchos estudiantes indican que en el Cálculo es más seguro funcionar mecánicamente que intentar comprender, lo que constituye uno de los efectos que produce una instrucción inadecuada, lo que pone al descubierto las formas económicas de adaptación que los estudiantes desarrollan ante prácticas educativas no del todo adecuadas. Artigue (1999).

De acuerdo con algunas investigaciones como las de Borba y Villarreal (2005), Bittar (2000), Brandao (2005) y Salazar (2009) se han alcanzado resultados importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las funciones de probabilidad cuando se utilizan diferentes software de matemática, específicamente ambientes de geometría dinámica como el Cabri II, Derive, Maple y GeoGebra, ya que su uso adecuado permite una mejor comprensión del funcionamiento cognitivo y favorece el desarrollo autónomo del estudiante. Sin embargo, se observa que muchos profesores aún no han integrado la tecnología informática de manera efectiva en sus clases.

En la actualidad existe un amplio consenso en la comunidad pedagógica sobre la necesidad de un aprendizaje constructivo en lugar de receptivo, es decir sobre la necesidad de que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, siendo el profesor el facilitador de dicho aprendizaje. AVILA, M.C (2008).

En 1999, Istillarte, realizó una investigación de naturaleza casi experimental para comparar el efecto del Método Expositivo y la Metodología de Aprendizaje basado en problemas (ABP) sobre el rendimiento académico con estudiantes del Decanato de Medicina de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Con una muestra de 29 estudiantes se les asignó al azar objetivos diferentes de una unidad de la cátedra en estudio para ser ejecutados a través de las dos metodologías. Al finalizar se aplicó una prueba objetiva y a través de la prueba t para muestras relacionadas se evidenció que el rendimiento académico obtenido por los estudiantes mediante la metodología ABP fue mayor que el obtenido por el uso de la metodología expositiva.

En el Perú, las investigaciones referentes al tema son escasas, sin embargo, se encontraron dos investigaciones referidas a la aplicación de tecnologías informáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, una por Rivera (2014) y la otra por Sánchez, Moreno y Torres (2014), ambos llegaron a conclusiones similares, reconociendo el uso de software educativo como estrategia didáctica en el mejoramiento del aprendizaje de la matemática. Vargas (2007) realizó una investigación referida a las herramientas

tecnológicas, concluyendo que el empleo de herramientas tecnológicas manifiesta una diferencia significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

Un recurso didáctico, muy común, utilizado en los alumnos de Ingeniería Estadística en la clase de Cálculo de Probabilidades II es graficar en la pizarra, también exponemos a los alumnos diversas gráficas en tareas, exámenes y material didáctico impresos. Los gráficos se usan sobre todo para visualizar el comportamiento de las funciones de probabilidad, sin embargo, la experiencia muestra que los estudiantes no alcanzan a comprender este concepto de forma adecuada ni relacionarlo con otros conocimientos previamente estudiados (como sucesiones, series e integrales definidas) en su primer año en la Universidad. Las herramientas y conceptos referentes a la integración impropia se aprenden en general descontextualizados y desvinculados de otros contenidos y los estudiantes se limitan a memorizar un conjunto de criterios y técnicas que, de estar contextualizados, tendrían mucho más significado.

Nuestra preocupación por los aspectos relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje y las dificultades que habitualmente muestra el estudiante de Ingeniería Estadística en el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I nos ha llevado a explorar las ventajas e inconvenientes de utilizar programas de cálculo matemático como DERIVE y Winplot, tomando en cuenta que las aplicaciones en Derive están más orientadas al cálculo, siendo esta una herramienta importante para desarrollar el tema de integrales indefinidas; por otro lado, Winplot es un software gráfico y dinámico muy útil; es decir, el uso de herramientas informáticas en la docencia de la estadística permite un enfoque más experimental del proceso de aprendizaje, facilitando que el alumno explore distintas posibilidades mediante la realización de cálculos, gráficos o desarrollos algebraicos que, manualmente, sería inabordable, de tal forma que el alumno puede centrarse más en el estudio de las distintas metodologías de trabajo.

En tal sentido el presente estudio tiene como objetivo determinar la eficacia del modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot en el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I en estudiantes de Ingeniería Estadística de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la UNT matriculados en el semestre académico 2012-I.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 MATERIAL DE ESTUDIO

2.1.1 POBLACIÓN

La población de estudio estuvo conformada por los estudiantes de cuarto ciclo, matriculados en el curso de Cálculo de Probabilidades I, en el semestre académico 2012-I de la Escuela de Estadística de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo, con un total de 32 alumnos.

2.1.2 MUESTRA

Como la población de estudio es pequeña se consideró a la misma población como muestra, de modo de que los resultados obtenidos sean confiables, para lo cual se separaron en dos grupos para trabajar en el ambiente de cómputo.

Un primer grupo, que se le aplicó en la unidad II, el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot (grupo experimental), con 16 estudiantes y un segundo grupo al cual, también se le aplicó en la unidad II, el modelo tradicional (grupo control), también con 16 estudiantes.

2.2 MÉTODO:

2.2.1 TIPO DE ESTUDIO: Es de tipo Explicativo. Hernandez et al. (2010)

2.2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Como a los estudiantes no se asignaron al azar a los grupos ni se emparejaron, se hizo uso de un diseño cuasi experimental. Hernandez et al. (2010). Estos grupos se formaron, antes del experimento, por afinidad y se sorteó cuál de los grupos sería el experimental y cuál el de control. Para evitar los sesgos en la calificación del rendimiento académico se utilizó una evaluación a ciego. Aiken (2003).

2.2.3 VARIABLES

Las variables que se considerarán en el estudio son:

a) **Variable independiente:**

Modelo didáctico:

Se formaron los siguientes grupos:

➤ **Grupo control:**

En este grupo se aplicó el modelo didáctico tradicional; es decir en el laboratorio de cómputo se trabajó las distribuciones de probabilidad de una variable aleatoria continua usando Excel.

➤ **Grupo experimental:**

En este grupo se aplicó el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot; es decir en el laboratorio de cómputo se trabajó las distribuciones de probabilidad de una variable aleatoria continua aplicando el ABP usando Derive y Winplot.

b) **Variable dependiente:**

Aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I

Medido por el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Estadística en los contenidos de la Unidad II: Modelos de probabilidad continuos multidimensionales, a escala vigesimal.

2.2.4 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se aplicó un único instrumento de tipo test que consta de 10 ítems (entre preguntas y sub preguntas), cuyo contenido fue evaluado por 3 docentes estadísticos de amplia experiencia en la UNT, el cual sirvió para aplicar a los estudiantes de los dos grupos, en el centro de cómputo, antes de empezar la II Unidad (pre test) y al término de la II Unidad (post test). Este test, de tipo aplicativo, presenta 10 ítems relacionadas al contenido correspondiente a la II Unidad del silabo del curso de Cálculo de Probabilidades I, y para la calificación del rendimiento académico se pidió a un docente estadístico evaluar y calificar a los dos grupos, por separados, sin que éste conozca la naturaleza de cada grupo, es decir se utilizó una evaluación a ciego.

Para la confiabilidad del instrumento fue utilizado el coeficiente Alpha de Crombach, con el que se verificó la fiabilidad interna considerando todos los ítems del test, lo que se puede ver en el Cuadro N°1.

Considerando todas las preguntas, el test presenta una consistencia interna del 0,857, lo que indica alta fiabilidad de la consistencia interna.

CUADRO N° 1: Fiabilidad del Test del Rendimiento Académico de los estudiantes de Ingeniería Estadística en el curso de Cálculo de Probabilidades I

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,857	10

2.2.5 Análisis Estadístico de datos

Se hizo uso de la Prueba de Hipótesis unilateral de la media de las diferencias, la Prueba de Hipótesis unilateral de comparación de medias, la Prueba de Hipótesis de homogeneidad de varianzas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1: Rendimiento académico en el curso de Cálculo de Probabilidades I en las fases pre test y post test del Grupo Experimental. Escuela de Ingeniería Estadística. UNT. 2012-I

Estadísticas	Pre test	Post test
Promedio	5,8	14,7
Desv. Estándar	2,1	1,8

FUENTE: Datos obtenidos del pre test y post test aplicados en el aula

Promedio de las diferencias	8,9		
Desv. Estándar de las diferencias	3,3		
Prueba de la media de las diferencias		t = 10,770 15 g.l.	P<0,01

El rendimiento medio de los estudiantes de Ingeniería Estadística antes y después de aplicar el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot a través de un test, fue de 5,8 a 14,7 respectivamente, comprobándose una mejora en el rendimiento.

Por lo tanto, el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, mejora significativamente el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I en los estudiantes de Ingeniería Estadística con un 99% de confiabilidad.

Tabla 2: Rendimiento académico en el curso de Cálculo de Probabilidades I en las fases pre test y post test del Grupo Control. Escuela de Ingeniería Estadística. UNT. 2012-I

Estadísticas	Pre test	Post test
Promedio	5,5	11,7
Desv. Estándar	2,1	1,1

FUENTE: Datos obtenidos del pre test y post test aplicados en el aula

Promedio de las diferencias	6,2		
Desv. Estándar de las diferencias	2,4		
Prueba de la media de las diferencias		t = 10,340 15 g.l.	P<0,01

El rendimiento medio de los estudiantes de Ingeniería Estadística antes y después de aplicar el modelo tradicional, a través de un test, fue de 5,5 a 11,7 respectivamente, comprobándose una mejora en el rendimiento.

Por lo tanto, el modelo tradicional mejora significativamente el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I en los estudiantes de Ingeniería Estadística con un 99% de confiabilidad.

Tabla 3: Rendimiento académico en el curso de Cálculo de Probabilidades I en la fase post test. Grupos Experimental y Control. Escuela de Ingeniería Estadística. UNT. 2012-I

Estadísticas	GRUPO	
	EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL
Promedio	14,7	11,7
Desv. Estándar	1,8	1,1

FUENTE: Datos obtenidos del post test aplicado en el aula

Prueba de homogeneidad de varianzas	F= 2,68 15 y 15 g.l.	P<0,05
Prueba de comparación de medias	t= 5,508 30 g.l.	P<0,01

El rendimiento académico medio de los estudiantes de los estudiantes de Ingeniería Estadística en el curso de Cálculo de Probabilidades I en la fase post test, fue de 11,7 en el grupo control y de 14,7 en el grupo experimental, es decir; que el rendimiento académico de los estudiantes mejora con el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot.

Por lo tanto, se demuestra con una confiabilidad del 99%, la eficacia del modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot en el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I en los estudiantes de Ingeniería Estadística.

Los resultados encontrados en la presente investigación tienen validez interna, demostrándose la eficacia del modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot en el aprendizaje logrado por los estudiantes de Ingeniería Estadística en el curso de Cálculo de Probabilidades I.

También podemos sostener que los resultados logrados en ésta investigación poseen validez externa porque éste modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, puede ser aplicado a otros grupos de estudiantes que tienen necesidad de mejorar su aprendizaje.

Los estudios desarrollados por Rivera (2014), Sánchez et al. (2014) y Vargas (2007) llegaron a conclusiones similares, que el empleo de herramientas tecnológicas manifiesta una diferencia significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje y por lo tanto reconociendo el uso de software educativo como estrategia didáctica en el mejoramiento del aprendizaje de la matemática. Estos resultados respaldan a lo hallado en esta investigación, donde, el modelo propuesto: modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, como estrategia didáctica, mejora el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Estadística en el curso de Cálculo de Probabilidades I.

De las investigaciones desarrolladas por Borba y Villarreal (2005), Bittar (2000), Brandao (2005) y Salazar (2009), donde se han alcanzado resultados importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las funciones de probabilidad cuando se utilizan diferentes software de matemática, ya que su uso adecuado permite una mejor comprensión del funcionamiento cognitivo y favorece el desarrollo autónomo del estudiante. Estos resultados respaldan a lo hallado en esta investigación, donde, el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot es eficaz en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Estadística del curso de Cálculo de Probabilidades I.

Por otra parte, la tesis desarrollada por Istillarte (1999), cuya investigación es de naturaleza cuasi experimental para comparar el efecto del método expositivo y la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP) sobre el rendimiento académico de estudiantes de medicina, demuestra que el rendimiento académico obtenido por los estudiantes mediante la metodología ABP fue mayor que el obtenido por el uso de la metodología expositiva. Este resultado coincide a lo hallado en esta investigación, donde, el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Estadística del curso de Cálculo de Probabilidades I fue mucho mejor con el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot con un rendimiento medio de 14,7, que el modelo tradicional con un rendimiento medio de 11,7.

La teoría de Ausubel que fue tomada en cuenta en esta investigación refiere: para que se produzca el aprendizaje significativo es necesario que el material sea potencialmente significativo y la disposición subjetiva del estudiante sea favorable. Es así que se demostró que el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Estadística del curso de Cálculo de Probabilidades I mejoró significativamente después de aplicarles el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, lo cual permitirá al docente el conocimiento de cómo, el estudiante, aprende cálculo de probabilidades II de su perspectiva, de las ventajas de usar el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, ya que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera, porque lo que, el docente debe conocer y aplicar el aspecto metodológico, didáctico y científico para incentivar a los estudiantes su uso; fortalecer y/o reforzar las mismas en su aprendizaje, ya que él es quien orienta, guía y media entre el estudiante y el contenido de Cálculo de Probabilidades II. Solo conociendo a sus alumnos en sus estrategias metacognitivas que emplea, podrá el docente proporcionarles las estrategias didácticas adecuadas usando el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, que permita obtener en sus estudiantes un aprendizaje significativo en el curso de Cálculo de Probabilidades I.

4. CONCLUSIONES

El modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot es eficaz en el aprendizaje de Cálculo de Probabilidades I en los estudiantes de Ingeniería Estadística, con una confiabilidad del 99%.

El rendimiento medio de los estudiantes de Ingeniería Estadística antes y después de aplicar el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot a través de un test, fue de 5,8 a 14,7 respectivamente.

El rendimiento de los estudiantes de Ingeniería Estadística mejoró significativamente después de aplicarles el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot, en el curso de Cálculo de Probabilidades, con un 99% de confiabilidad.

El rendimiento medio de los estudiantes de Ingeniería Estadística antes y después de aplicar el modelo tradicional a través de un test, fue de 5,5 a 11,7 respectivamente.

El rendimiento de los estudiantes de Ingeniería Estadística mejoró significativamente después de aplicarles el modelo tradicional, en el curso de Cálculo de Probabilidades, con un 99% de confiabilidad.

El rendimiento académico medio de los estudiantes de los estudiantes de Ingeniería Estadística en el curso de Cálculo de Probabilidades I en la fase post test, fue de 11,7 en el grupo control y de 14,7 en el grupo experimental, es decir; que el rendimiento académico de los estudiantes mejora con el modelo didáctico ABP y material educativo computarizado Derive y Winplot.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, L. R. 2003. Tests psicológicos y evaluación. Pearson Educación. Mexico, 528 pp.
- Aranda, C.; Callejo, M. 2010. Un experimento de enseñanza para la construcción del concepto de integral definida usando un programa de geometría dinámica. *Proceedings of TIME*.
- Artigue, M. 1999. Crucial Questions for Contemporary Research in Education. *Notices of the AMS*, 46(11).
- Ausubel, D. P. 1968. *Educational Psychology: A Cognitive View*; Holt, Rinehart and Winston: New York, There is no corresponding record for this reference.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. 1983. *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. México: Trillas, 347pág.
- Avila, M. C. 2008. La Simulación como herramienta de aprendizaje en Física. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 8(2): 1-27.
- Behar, G.; Grima C. 2001. Mil y una dimensiones del aprendizaje de la estadística. *Estadística Española*, 43(148): 189-207
- Borba, M. C.; Villarreal, M. E. 2005. Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: Information and Communication Technologies, Modeling, Visualization, and Experimentation. *Mathematics education library*: 39.
- Bittar, M. 2000. Informática na educação e formação de professor no Brasil. I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. Serra Negra, SP: 224-230.
- Brandão, P. 2005. O uso de software educacional na formação inicial do professor de Matemática: uma análise dos cursos de licenciatura em Matemática do Estado de Mato Grosso do Sul (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Educação, Campo Grande).
- Calvo, C. 1998. Bases para una propuesta didáctica sobre integrales (Reseña de Tesis de Maestría). *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1): 194-195.
- Depool, R. 2005. La enseñanza y aprendizaje del cálculo integral en un entorno computacional. Actitudes de los estudiantes hacia el uso de un programa de cálculo simbólico (PCS). *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 62: 3-31.
- Duch, B. J.; Groh, S. E.; Allen, D. E. 2001. *The power of problem-based learning: a practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Stylus Publishing, LLC.
- Freudenthal, H. 1970a. *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht: Reidel.
- Freudenthal, H. 1970b. The aims of teaching probability. En L. Rade (Ed.), *The teaching of probability and statistics*: 151-168. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Galán, J. M.; Izquierdo, L. R.; Izquierdo, S. S.; López, A.; Pascal, J. A.; Posada, M.; Villafañez, F. A. 2007. *LABEXNET: un laboratorio de economía experimental en Internet*.
- Galvis, Á. 1992. *Ingeniería de Software Educativo*. Universidad de Santa Fe. Bogotá, Colombia, 361pág.
- Grouws, D. A. 1992. *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics*. Macmillan Publishing Co, Inc.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. 2010. *Metodología de la investigación*. México.
- Istillarte, M. 1999. Efecto del Método Expositivo y la Metodología basada en problemas sobre el Rendimiento Académico de los estudiantes del Decanato de Medicina. Trabajo de Grado no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Barquisimeto.

- Jones, G. A.; Thornton, C. A. 2005. An overview of research into the teaching and learning of probability. En G. Jones (Ed.), *Exploring Probability in School (Challenges for Teaching and Learning)*: 65-92. New York: Springer.
- Jorba, J.; Casellas, E. 1997. *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes: volumen I*.
- Maita, M. 2005. El aprendizaje de funciones reales con el uso de un software educativo: una experiencia didáctica con estudiantes de educación de la ULA-Táchira. *Acción pedagógica*, 14(1): 38-49.
- Mora, C. D. 2003. Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Pedagogía*, 24(70): 181-272.
- Morales, F.; Vera, M. 2007. Eficiencia de un software educativo para dinamizar la enseñanza del cálculo integral. Universidad de Los Andes (ULA).
- Moreira, M. A. 2000. *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: VISOR, España, 100pág.
- Orton, A. 1983. Students' understanding of integration. *Educational Studies in Mathematics*, 14(1): 1-18
- Pluvlnage, F. 2005. Árboles de transiciones etiquetadas en cálculo de probabilidades. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 8(1): 91-99.
- Rivera, J. P. 2014. Empleo del software educativo y su eficiencia en el rendimiento académico del cálculo integral en la Universidad Peruana Unión, filial Tarapoto. *Revista de Investigación Apuntes Universitarios*, 1(1).
- Ruiz, J. 2008. Problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de la matemática. *Revista iberoamericana de educación*, 47(3): 1.
- Salazar, J. V. 2009. *Gênese Instrumental na interação com Cabri3D: um estudo de Transformações Geométricas no Espaço*. PUC. São Paulo.
- Sánchez, I.; Flores, P. 2004. Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física. *Journal of Science Education*, 5(2): 77-83.
- Sánchez, M. G. B.; Moreno, A. R. M.; Torres, R. H. 2014. El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y Tecnología*, 1(14).
- Sánchez S., I.; Moreira, M. A.; Caballero Sahelices, C. 2009. Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 17(1): 27-41.
- Sánchez, S.; Ramis, F. J. 2004. Aprendizaje significativo basado en problemas. *Horizontes Educativos*, 9(1): 101-111.
- Sanchez, I.; Neriz, L.; Ramis, F. 2008. Design and application of learning environments based on integrative problems. *European Journal of Engineering Education*, 33(4): 445-452.
- Soto, I. S. 2009. Propuesta de aprendizaje significativo a través de resolución de problemas por investigación. *Educere: Revista Venezolana de Educación*, (47): 947-959.
- Tall, D. 1991. *Advanced mathematical thinking (Vol. 11)*. Springer Science & Business Media.
- Turégano, P. 1998. Del área a la integral. Un estudio en el contexto educativo. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*. 1-249 pág.
- Vargas, M. 2007. Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, (3).
- Vigotsky, L. 1973. *Psicología y pedagogía*. Editorial: Akal, Madrid, 314 pág.