

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROBABILIDAD: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA

TRANSFER OF KNOWLEDGE IN SOLVING PROBABILITY PROBLEMS: A METHODOLOGICAL APPROACH

**Janette Olivia Chávez Prieto,^{1*} Sergio Flores García^{*2},
Juan Ernesto Chávez Prieto^{3*}, Juan Ernesto Chávez
Pierce^{4*}, María Dolores González Quezada^{5*},
Natividad Nieto Saldaña^{6*}**

RESUMEN

En el presente artículo se muestra las más importantes observaciones de una investigación centrada en el análisis de transferencia de conocimiento relacionadas con cambios de contexto, en situaciones que involucran conceptos de probabilidad. El objetivo fue explorar los efectos en el entendimiento y en la transferencia de conocimiento que produce la implementación de una propuesta didáctica. Esta propuesta didáctica se fundamenta en la visualización de situaciones de contexto en el plano concreto y cambios de contexto por parte de los estudiantes de la materia de Probabilidad en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. El análisis de resultados muestran que posiblemente se estimuló la asignación de significados y se promovió la transferencia de conocimiento mediante la utilización de recursos didáctico-visuales.

Palabras clave: Probabilidad, transferencia de conocimiento, problemas de entendimiento, ganancia de conocimiento, didáctica de la probabilidad, enseñanza, estudiantes universitario.

ABSTRACT

In this article we present the most important observations from an investigation related to the knowledge transfer analysis through change-in-context situations involving probability concepts. The main goal is the exploration of understanding effects and transfer knowledge produced by the implementation of a new didactical proposal. This proposal is based on the visualization of contextual situations in a concrete-plane mathematical representation and the development of change-in-context ability by the students from the Probability course at the Autonomous University of Ciudad Juarez. Results analysis indicates a possible stimulation of functional understanding and a knowledge transfer development through the use of visual-didactical-teaching resources.

Keywords: Probability, knowledge transfer, understanding problems, knowledge gain, probability didactics, University students.

Recepción del artículo: 22.05.2015

Aprobado: 23.06.2015

Janette Olivia Chávez Prieto,^{1*} jachavez@uacj.mx; Sergio Flores García², Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, México, seflores@uacj.mx; Juan Ernesto Chávez Prieto^{3*}, juan.chavez@uacj.mx; Juan Ernesto Chávez Pierce^{4*}, juchavez@uacj.mx; María Dolores González Quezada⁵, ITCJ, mdolores@nmsu.edu; Natividad Nieto Saldaña⁶, nnieto@uacj.mx.

Introducción

La probabilidad como parte esencial de las matemáticas se encarga del estudio de los fenómenos aleatorios. Dichos fenómenos están presentes en innumerables situaciones de la vida cotidiana y tienen la característica de generar resultados u observaciones que no son susceptibles de predecirse con certeza, aunque estos se estudien repetidamente bajo las mismas condiciones. Los términos azar y estocástico también se usan comúnmente para hacer referencia al carácter imprevisible de estos fenómenos. La mayoría de los estudiantes que ingresan a las universidades lo hacen con conocimientos casi nulos en nociones básicas de probabilidad que les dificulta la comprensión de los diferentes tópicos de esta disciplina (Carrera, 2007). Aunado a esto, se tiene que la probabilidad que se enseña en los cursos regulares se presenta de forma poco natural y generalmente bajo una instrucción de corte tradicionalista (Calva, 2005). Por tal motivo, el campo de los conceptos relativos al azar y la probabilidad se ha convertido en una de las áreas emergentes de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Barragués, Guisasola y Morais, 2005). No obstante, la cantidad de investigaciones sobre la didáctica de la probabilidad todavía es muy escasa en comparación con las existentes en otras ramas de las matemáticas y en consecuencia no se conocen aún cuáles son las principales dificultades de los alumnos en el entendimiento de muchos conceptos importantes (Batanero, 2001).

Problema de investigación

Una de las mayores dificultades a la que los estudiantes de las carreras de ingeniería de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) se enfrentan en el aprendizaje de la teoría de la probabilidad, es la falta de aprendizaje significativo de los conceptos. Una de las posibles causas podría ser el método de enseñanza tradicional utilizado por la mayoría de los instructores (Flores, Luna, Chávez, González-Quezada, González, y Hernández, 2008). Es por esto que el objetivo principal de esta investigación es valorar la efectividad de una propuesta didáctica fundamentada en la visualización de situaciones de contexto en el plano concreto en base a la utilización de material manipulativo como recurso didáctico (urnas, ruletas, barajas y dados). Con esta propuesta se tiene la intención de mejorar el entendimiento conceptual de los estudiantes de la materia de Probabilidad y Estadística en el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la UACJ y promover la transferencia de conocimiento probabilístico entre diversos contextos. Se pretende explorar si existe evidencia de transferencia de conocimiento y medir la ganancia como indicador de la efectividad del aprendizaje. Esto a partir de los resultados arrojados por los instrumentos de evaluación diseñados y

posteriormente administrados a dos grupos de estudiantes: grupo experimento y grupo control. En el grupo experimento se implementó la propuesta didáctica y en el grupo control se trabajó bajo una instrucción de corte tradicionalista. La investigación se centra en:

- Análisis de transferencia de conocimiento.
- Análisis de problemas de entendimiento en la resolución de problemas probabilísticos correspondientes al concepto clásico de la probabilidad y las reglas de la probabilidad.
- Análisis de ganancia de la entrada a la salida del proceso.

La pregunta de investigación es: ¿Qué efectos en el entendimiento y en la transferencia de conocimientos probabilísticos produce en los estudiantes de la materia de Probabilidad y Estadística en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ una propuesta didáctica fundamentada en la visualización de situaciones de contexto en el plano concreto?

Fundamentación Teórica

Esta investigación se fundamenta en la teoría de la transferencia del conocimiento. La transferencia como parte esencial de los procesos del aprendizaje ha sido definida como el proceso mediante el cual los conocimientos (conceptos, operaciones, estrategias, actitudes y habilidades) adquiridos en un contexto se utilizan en otros contextos diferentes. De este modo, los aprendizajes no quedan anclados a una situación específica y pueden ser utilizados en nuevas condiciones y escenarios (Carpintero, 2002). Al respecto, Mayer y Wittrock (1996) señalan que siempre que algo se aprendió previamente afecta el aprendizaje actual o cuando la solución de un problema anterior afecta la manera en la que se resuelve un problema nuevo, ocurre transferencia. El aprendizaje que se adquiere principalmente en la escuela se explica basado en el supuesto de que lo que se aprende en una ocasión facilitará el buen desempeño en situaciones relacionadas (Beltrán, García, Calleja y Santiuat, 1995). Diversos investigadores han definido la transferencia del conocimiento como el fin último de la educación (McKeough, Lupart y Marini, 1995). Además, de acuerdo con Flores, Luna, Chávez, et. al. (2008), se puede lograr una aproximación a un aprendizaje significativo cuando el estudiante es capaz de aplicar lo que se vio en clase en un contexto y/o situación distinta. Por lo tanto, la transferencia es un concepto clave en la teoría de la enseñanza y el aprendizaje.

La transferencia es específica cuando ocurre con tareas de un ámbito o dominio determinado y es genérica cuando lo aprendido es susceptible de generalizarse a amplias áreas de conocimiento (Rivas,

2008). Gagné (1970) hace distinción entre dos tipos de transferencia: transferencia lateral y transferencia vertical. La transferencia lateral se da cuando un conocimiento previo y la nueva situación o problema sobre el que se produce la transferencia, son de la misma naturaleza y nivel de dificultad. Una transferencia vertical ocurre cuando el conocimiento previo tiene influencia directa en la adquisición de una habilidad o conocimiento más complejo, esto es, cuando la ejecución de una nueva tarea se ve influenciada por un conocimiento anterior de naturaleza o nivel de complejidad menor. La transferencia también se clasifica como positiva o negativa en función de los resultados obtenidos. La transferencia positiva es aquella en la que el aprendizaje previo facilita un nuevo aprendizaje o la ejecución de una nueva tarea. También se produce transferencia positiva cuando los estudiantes utilizan una estructura conceptual en una situación y activan esos mismos conceptos o representaciones de ideas para resolver de manera exitosa situaciones de distinto contexto en tiempo actual o en el futuro. Por el contrario, se habla de transferencia negativa cuando un aprendizaje previo inhibe o dificulta la adquisición de un nuevo aprendizaje o bien obstaculiza la ejecución de una nueva tarea. De la misma manera, se produce transferencia negativa cuando los estudiantes utilizan el mismo concepto erróneo tanto en una situación como en otra de distinto contexto. Para que se produzca transferencia debe existir alguna variante entre la tarea A (situación o problema previo) y la tarea A' (situación o problema nuevo), por ejemplo, alguna variación mínima de algún dato o modificación del contexto del problema permite la posibilidad de algún grado de transferencia de conocimiento entre tareas. Tradicionalmente la transferencia ha sido medida examinando si los estudiantes pueden aplicar aquello que han aprendido en un problema (o conjunto de problemas) a nuevos problemas isomorfos.

Rivas (2008) sugiere que un aprendizaje significativo incrementa las posibilidades de transferencia ya que contiene las condiciones óptimas para la generalización del conocimiento así adquirido. La capacidad de transferir conocimientos "se incrementa de forma notoria en la medida en que las actividades de aprendizaje incluyen abundantes y variados ejemplos, situaciones diferentes y contextos diversos" (Rivas, 2008, p. 244-245). Además, señala que "el nivel de dominio alcanzado no corresponde con la cantidad de práctica o ejercicios repetitivos realizados, sino con la calidad del aprendizaje significativo integrado en las estructuras cognitivas" (p. 243).

Descripción de la población

La investigación se condujo con 38 estudiantes de dos grupos de la materia de Probabilidad y Estadística del IIT de la UACJ (19 estudiantes de cada grupo). La materia de Probabilidad y Estadística es obligatoria para todas las carreras de ingeniería de la UACJ y por lo tanto, ambos grupos estuvieron integrados por estudiantes adscritos a diversos programas de ingeniería con edades entre los 19 y 22 años. Actualmente los tópicos de probabilidad incluidos en los contenidos temáticos de este curso son abordados en dos sesiones semanales de 120 minutos cada una. Esto bajo una instrucción prácticamente de corte tradicionalista. El libro de texto es Probabilidad & Estadística para ingeniería y ciencias (Walpol, Myers, Myers y Ye, 2007).

Metodología

Esta investigación de carácter cualitativo y cuantitativo se realizó durante el semestre agosto-diciembre del 2011. Durante toda la investigación se eliminó la variable instructor dado que éste fue el mismo para los dos grupos de trabajo: Grupo experimento y grupo control. Los elementos de evaluación (examen de entrada y salida) durante el proceso cognitivo fueron los mismos para ambos grupos.

1. Examen de entrada

Se diseño y administró en ambos grupos un examen de entrada con el fin de evaluar conocimientos previos de probabilidad. En este examen de incluyeron 20 reactivos de diferente tipo: comparación, orden, análisis de enunciados, y solución de contingencias (Kanim,1999), diseñados bajo el régimen de opción múltiple. En todos los reactivos se les pidió a los estudiantes la justificación a su respuesta. Los problemas de cada reactivo fueron formulados en pares con la finalidad de encontrar en los estudiantes evidencia de transferencia de conocimientos probabilísticos. Cada par corresponde a problemas análogos (aluden al mismo concepto o estructura matemática), pero sus contextos son distintos. Se incluyeron 2 pares de problemas pertenecientes a la regla aditiva de la probabilidad; un par corresponde a eventos mutuamente excluyentes y el otro a eventos no excluyentes. Seis pares de problemas aluden a la regla multiplicativa; 2 de estos pares corresponden a eventos dependientes y los otros 4 a eventos independientes. Un par de problemas corresponde a tanto a la regla aditiva como a la multiplicativa, y por último, uno de los pares alude a la regla de complemento. En algunos problemas también es posible hacer uso de la concepción clásica de la

probabilidad. Un ejemplo de un par de reactivos se muestra en la Figura 1.

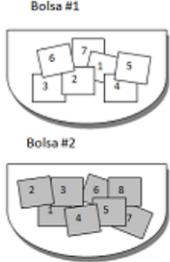
Problema 1. Si se lanzan dos dados, uno gris y uno blanco, con caras marcadas del 1 al 6 (figura de la derecha). La probabilidad de que la suma de las caras que caen hacia arriba sea 11 o ambas caras muestren el mismo número es...



(a) Mayor que 0 pero menor que $2/9$
 (b) Exactamente $2/9$
 (c) Mayor que $2/9$ pero menor que 1.0
 (d) Mayor o igual que 1.0

Justifique su respuesta

Problema 9. La figura de la derecha muestra dos bolsas con tarjetas. La bolsa #1 contiene 7 tarjetas blancas marcadas con números del 1 al 7 y la bolsa #2 contiene 8 tarjetas negras marcadas con números del 1 al 8. Si se selecciona una tarjeta de cada bolsa y E es el evento para el cual la suma de los números de las tarjetas que se sacan de las bolsas es 3 o 4. La probabilidad de que ocurra el evento E es...



(a) $0 < P(E) < 5/15$
 (b) $P(E) = 5/15$
 (c) $5/15 < P(E) < 1.0$
 (d) $P(E) \geq 1.0$

Justifique su respuesta

Figura 1 Propuesta didáctica: Actividades de aprendizaje

Se procedió al diseño y posterior implementación de una propuesta didáctica (2 actividades) para la enseñanza y el aprendizaje de algunos tópicos de Probabilidad: Concepto clásico de la probabilidad, eventos y espacio muestral (Primera actividad) y reglas de la probabilidad (Segunda Actividad). Esta propuesta didáctica se fundamentó en la visualización de situaciones de contexto en el plano concreto a través de la utilización de material manipulativo como recurso didáctico: urnas, ruletas, baraja y dados (Figura 2). En el grupo experimento se implementó la propuesta didáctica en 4 sesiones de 120 minutos (2 sesiones para cada actividad). En el grupo control se trabajó también en 4 sesiones de 120 minutos cada una, en las que se cubrieron los temas de interés bajo una instrucción tradicional. Las actividades de aprendizaje en el grupo experimento se realizaron de forma grupal (equipos de 4 a 5 estudiantes) con el fin de fomentar entre los estudiantes el

aprendizaje colaborativo. Ambas actividades didácticas se entregaron por escrito a cada uno de los equipos de trabajo. Al finalizar cada actividad se realizó una retroalimentación entre todos los equipos y el profesor. Las dos actividades fueron el único material de aprendizaje al que se expusieron los estudiantes.



Figura 2. *Material Manipulativo.*

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de uno de los ejercicios incluidos en la primera actividad de la secuencia didáctica. En la Figura 4 se muestran algunos estudiantes realizando las actividades de aprendizaje.

Experimento 1: extraer una esfera de una urna y anotar su color (figura de la derecha).

Caso 1: La urna contiene 4 esferas azules
Caso 2: La urna contiene 4 esferas azules y 2 rojas

Caso 1

1. Coloca en la urna 4 esferas azules.

a) Supón que sacas sin ver una esfera de la urna. Marca en la siguiente escala que tan posible crees que sea que ocurran los eventos A y B:

$A = \{\text{sale esfera azul}\}$ $B = \{\text{sale esfera roja}\}$

b) ¿Cuál es el espacio muestral del experimento? Descríbelo, ¿De qué tamaño es?

c) ¿El experimento es aleatorio? ¿por qué?

d) ¿Qué cambios le harías al experimento con respecto a las esferas para que se convierta en un experimento aleatorio?



Figura 3. Parte del experimento 1 incluido en la primera actividad de la propuesta didáctica (conceptos de experimento determinístico y estocástico)



Figura 4 *Estudiantes realizando las actividades de aprendizaje*

2. Examen de salida y transferencia de aprendizaje

Un examen de salida (el mismo que el de entrada) ayudó a evaluar la efectividad del aprendizaje en ambos grupos de trabajo y a encontrar evidencia de transferencia de conocimiento. Esto en base al modelo desarrollado por González y Kanim (2008). Este modelo (Figura 5) permite observar si existe evidencia de transferencia de conocimiento en pares de problemas que requieren el uso del mismo elemento conceptual-procedimental en dos contextos diferentes. De acuerdo al modelo, las respuestas correctas e incorrectas del primer contexto se ubican de forma horizontal y las respuestas correctas e incorrectas del segundo contexto se ubican de forma vertical. La intersección de las respuestas correctas en ambos contextos corresponde al bloque azul en la parte superior izquierda.

		<u>Segundo contexto</u>	
		Correcto	Incorrecto
<u>Primer contexto</u>	Correcto	Probable transferencia	No existe evidencia de transferencia
	Incorrecto	No existe evidencia de transferencia	Posible transferencia negativa

Figura 5. Modelo para encontrar evidencia de transferencia

En base al análisis anterior, parece ser que los estudiantes que se ubican en esta área presentan evidencia del uso del mismo concepto para contestar correctamente ambas preguntas. Los dos bloques rojos corresponden al número de estudiantes que no son consistentes en sus respuestas al cambiar de un contexto a otro. En este caso se asume que los estudiantes no presentan evidencia de transferencia. La intersección de respuestas incorrectas en ambos contextos se localiza en la parte inferior derecha (bloque verde). Lo anterior se podría asumir como una transferencia negativa, es decir, es posible que los estudiantes hayan utilizado el mismo concepto erróneo para responder incorrectamente las dos preguntas.

A partir de los exámenes de entrada y salida administrados en ambos grupos, se calculó la ganancia normalizada de Hake (1998) como indicador de la efectividad de la instrucción en el aprendizaje. Esta ganancia normalizada es una medida de la razón entre el incremento del número de aciertos en el examen de salida con respecto al examen de entrada y el máximo incremento posible. La ganancia normalizada se calculó con la siguiente ecuación:

$$G = \frac{\% \text{ salida} - \% \text{ entrada}}{100 - \% \text{ entrada}}$$

Esta ecuación permite calcular la ganancia de la entrada a la salida del proceso bajo el criterio de Hake, quien utiliza reactivos idénticos en la entrada y la salida (Coletta y Phillips, 2005). Aunque este modelo de ganancia ha sido utilizado en algunas investigaciones para un número de datos grandes (tamaño de población mayor a 200 estudiantes), otros investigadores como Ribbota, Pesseti, Pereyra, (2009), Pérez y Barniol (2009), Guidugli et al. (2004), Benítez y Mora, (2010) entre otros, han calculado ganancias para poblaciones pequeñas (desde 12 hasta 30 estudiantes). De aquí que decidimos utilizar la ganancia normalizada como un sensor del aprendizaje de ambos grupos experimento y control. Los resultados se muestran en la sección correspondiente.

3. Técnica de emparejamiento de grupos

Como punto de partida para poder efectuar el análisis de los datos, se utilizó la técnica de emparejamiento de grupos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Esta técnica consiste en igualar a dos grupos de sujetos, en este caso los estudiantes, con respecto a una variable específica. Así, se obtienen pares de estudiantes (uno de cada grupo) con la misma puntuación o puntuación similar en una determinada variable, denominada variable de emparejamiento, de tal forma que se obtenga un balance o equivalencia inicial entre ambos grupos. Para llevar a cabo este procedimiento se tomaron en cuenta las puntuaciones de los estudiantes en el examen de entrada, el cual se utilizó para valorar los conocimientos previos de los estudiantes antes de la instrucción. El examen de entrada se administró a 28 estudiantes del grupo experimento y 19 estudiantes del grupo control, ya que esta fue la cantidad de estudiantes que asistió a clases el día de su aplicación. A partir de las puntuaciones obtenidas por dichos estudiantes se fue seleccionando un estudiante de cada grupo con la misma puntuación o puntuación similar, de tal forma que el análisis de datos se realizó finalmente con 19 estudiantes de cada grupo.

Resultados y discusión

Las observaciones muestran que ambos grupos mostraron mejores resultados en el examen de salida, es decir, después de la enseñanza, independientemente del tipo de instrucción (tradicional o a través de recursos manipulables). La ganancia normalizada como medida de la razón entre el incremento del número de aciertos en el examen de salida con respecto al examen de entrada y el máximo incremento posible fue de 0.61 en el grupo experimento y 0.54 en el grupo control. Según la propuesta de Hake (1998) la efectividad de la instrucción se categoriza en rangos de ganancia normalizada baja ($g < 0.3$), media ($0.3 < g < 0.7$) y alta ($g > 0.7$). Por lo tanto se obtuvo

una ganancia normalizada media en ambos grupos. Dado que la ganancia en el grupo experimento fue de 0.61, contra una ganancia de 0.54 en el grupo control, la propuesta didáctica posiblemente estimuló la asignación de significados mediante la utilización de recursos didáctico-visuales en el plano concreto.

En los 2 pares pertenecientes a la regla aditiva se observó predominantemente una falta de transferencia en el grupo experimento. En el grupo control se observó un par en el que los estudiantes mostraron evidencia de falta de transferencia y en el otro par una transferencia al parecer negativa. A través de un análisis más profundo del tipo de respuestas que los estudiantes dieron para este último caso, se observó que 3 estudiantes de los 11 que contestaron incorrectamente en ambos contextos mostraron un error similar en la resolución. Esto sugiere una transferencia negativa, es decir, la transferencia de un concepto erróneo de un contexto a otro. En el grupo experimento en 5 de los 6 pares correspondientes a la regla multiplicativa predominó la transferencia positiva y en el sexto par una falta de transferencia. En el grupo control se observó predominantemente transferencia positiva en 4 pares, falta de transferencia en un par y al parecer transferencia negativa en el otro par. En este último par se observó que 6 estudiantes cometieron el mismo tipo de error en ambos contextos. En el par de problemas en el que los estudiantes requirieron utilizar ambas reglas para contestar correctamente, se observó una falta de transferencia en los grupos experimento y control. Además, se observó transferencia positiva en ambos grupos en el par de problemas correspondiente a la regla del complemento. Todo lo anterior se muestra en la Tabla 1.

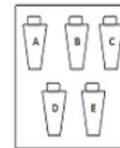
Tabla 1. Cantidad de pares con predominio de transferencia positiva, transferencia negativa y posible falta de transferencia.

Elemento conceptual/procedimental	Par de problemas	Cantidad de pares				
		positiva	Falta de transferencia	Positiva	Falta de transferencia	Posible Transferencia
		Grupo Experiment		Grupo Control		
Regla aditiva para la unión de eventos. Concepción clásica de la probabilidad	P1-P9	0	2	0	1	1
	P2-P10					
Regla multiplicativa para la intersección de eventos. Concepción clásica de la probabilidad	P4-P14	5	1	4	1	1
	P5-P12					
	P7-P15					
	P8-P19					
	P11-P17					
P16-P18						
Regla aditiva y regla multiplicativa combinadas. Concepción clásica de la probabilidad	P13-P20	0	1	0	1	0
Regla del complemento. Concepción clásica de la probabilidad	P3-P6	1	0	1	0	0
Total		6	4	5	3	2

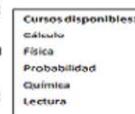
En la Figura 6 se puede ver un ejemplo de análisis de transferencia de conceptos bajo el modelo propuesto por González y Kanim (2008) para un par de problemas (problema 8 y 19). Este par pertenece a la regla multiplicativa para eventos dependientes en los contextos: 1) selección de perfumes en una tienda y 2) selección de cursos disponibles para un estudiante. En este caso el grupo experimento mostró predominantemente evidencia de transferencia positiva y el grupo control falta de transferencia. En el diagrama del grupo experimento se observó que cerca del 55% de las respuestas (10 estudiantes) fueron correctas en ambos contextos y por lo tanto muestran evidencia de transferencia positiva. En el grupo control sólo un estudiante se ubica en el área de respuestas correctas en ambos

contextos. En ambos grupos las respuestas de 6 estudiantes fueron correctas en uno de los dos contextos e incorrectas en el otro, 3 estudiantes del grupo experimento y 12 estudiantes del grupo control se ubican en el área de respuestas incorrectas en ambos contextos.

Primer contexto. Una tienda tiene a la venta 5 perfumes de la marca *A*, *B*, *C*, *D* y *E* (figura de la derecha). Laura desea comprar dos perfumes diferentes y Mónica desea comprar tres perfumes diferentes. Al momento de la compra la tienda tiene en existencia varios perfumes de cada tipo. Si Laura y Mónica seleccionan los perfumes que van a comprar totalmente al azar y E_1 y E_2 son eventos definidos como a continuación se indica: $E_1 = \{\text{Laura selecciona los perfumes } A \text{ y } B\}$, $E_2 = \{\text{Mónica selecciona los perfumes } A, C \text{ y } E\}$. ¿Es la probabilidad de que ocurra el evento E_1 mayor, menor o igual a la probabilidad de que ocurra el evento E_2 ?



Segundo contexto. El recuadro de la derecha muestra los cursos que tiene disponibles un alumno para inscribirse en el próximo semestre. Si el alumno decide seleccionar 3 cursos totalmente al azar, ¿Cuál es la probabilidad de que sean Cálculo, Probabilidad y Física?



Segundo contexto (Problema 19)	Primer contexto (Problema 8)			
	Grupo experimento		Grupo control	
	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
Correcto	10	3	1	5
Incorrecto	3	3	1	12

Figura 6. Dos contextos para análisis de transferencia

Tabla 2. Soluciones a problemas que muestran evidencia de transferencia

	Primer contexto (Problema 8)	Segundo contexto (Problema 19)
Transferencia positiva	<p>Correcto</p> <p>$SC_2 = 10$ $SC_3 = 10$</p> <p>Dentro de las 10 combinaciones de cada evento E_1 y E_2 son solo 1: $E_1 = \frac{1}{10}$ y $E_2 = \frac{1}{10}$</p>	<p>$SC_3 = 10$</p> <p>Solo 1 favorable de 10</p> <p>$\frac{1}{10}$</p>
Falta de transferencia	<p>Incorrecto (resuelve como eventos independientes, no considera orden de eventos simples en la intersección)</p> <p>$E_1 P(A \cap B) = \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{25} = 0.04$</p> <p>$E_2 P(A \cap B \cap E) = \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{125} = 0.008$</p>	<p>$(\frac{1}{5} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3}) (3P_3) = \frac{1}{10}$</p>
Transferencia negativa	<p>Incorrecto (resuelve como experimento simple)</p> <p>E_1 $n(E_1) = 2$ $E_1 = \{A, B\}$ $P(E_1) = \frac{2}{5} = 0.4$</p> <p>$E_2$ $n(E_2) = 3$ $E_2 = \{A, C, E\}$ $P(E_2) = \frac{3}{5} = 0.6$</p> <p>$S = 5$</p>	<p>Incorrecto (resuelve como experimento simple)</p> <p>$S = 5$</p> <p>$A = \{a_1, a_2, a_3\}$ $P(A) = \frac{3}{5}$</p> <p>$n(A) = 3$</p>

Conclusiones

A través de la investigación se pudieron conocer problemas de entendimiento, dificultades y errores que se presentan con cierta regularidad entre los estudiantes como producto de la propia situación del problema y/o concepto probabilístico involucrado. Dado que la ganancia en el grupo experimento fue de 0.61, contra una ganancia de 0.54 en el grupo control, podríamos pensar que la propuesta didáctica posiblemente estimuló la asignación de significados mediante la utilización de recursos didáctico-visuales en el plano concreto. En el grupo experimento se observó un ligero incremento en el número de pares de problemas con transferencia positiva. Es posible que el uso exclusivo de los recursos didáctico-visuales en el plano concreto (nivel concreto) y la falta de explicación directa al grupo experimento por parte del instructor fueron factores de la semejanza de resultados entre ambos grupos. Los estudiantes del grupo experimento mostraron evidencia de falta de transferencia en un número mayor de pares de problemas que el grupo control. De cierta manera esto contradice nuestras expectativas: Investigadores en el área de transferencia de conocimiento explican esta falta de transferencia como producto de la inhabilidad de razonamiento científico que los estudiantes presentan al concluir sus estudios de preparatoria (Coletta y Phillips, 2005). Otra causa pudiera ser la presentación de los problemas de manera independiente, donde el

estudiante asume que deben resolverse de manera diferente (Carpintero, 2002).

Se pudieron conocer problemas de entendimiento y errores de resolución que se presentaron con cierta regularidad entre los estudiantes como producto de la propia situación del problema y/o concepto probabilístico involucrado, particularmente la concepción clásica y las reglas de la probabilidad. El tipo de problemas de entendimiento que se encontraron en los estudiantes atendió a la naturaleza misma del concepto implicado en cada caso. Debido a que los conceptos utilizados variaron considerablemente, los problemas de entendimiento que se encontraron se comportaron de la misma manera.

En el proceso de aprendizaje de la probabilidad, la motivación es un factor determinante para el éxito que pueda tener el estudiante. La utilización de recursos didácticos como los que aquí se presentan deben estar encaminados a influir en aquellos estudiantes con bajo nivel motivacional, despertando su interés y la necesidad de alcanzar su aprendizaje. Es por esto que tal vez deban ser utilizados como complemento a otros métodos de enseñanza. Este tipo de propuestas, como es señalado por Evans (2010), logra una transformación de la realidad, la que se da en el mismo proceso de su ejecución, sobre todo porque transforma a todos los sujetos involucrados, ya que al ser participantes activos interiorizan y tiene la oportunidad de valorar otras vivencias distintas a las experimentadas en contextos tradicionales.

Es importante que a futuro se realicen nuevas investigaciones relacionadas con la transferencia de conocimientos en el área de Probabilidad ya que la investigación al respecto es aún muy escasa. Esta propuesta de orden didáctica puede representar la continuidad de este tipo de actividades. Es importante que además se realice un estudio profundo de las actividades de aprendizaje propuestas. Por ejemplo, un análisis de las respuestas y razonamientos proporcionados por los estudiantes durante la realización de los experimentos aleatorios incluidos en las actividades diseñadas durante la investigación. Este tipo de actividad podría ampliar los resultados de esta investigación proporcionando un panorama más amplio respecto al diseño de las actividades y sus posibles modificaciones. Esto con la finalidad de lograr aún mejores resultados en el entendimiento de los estudiantes respecto a los diversos tópicos de probabilidad. Finalmente, se pueden adicionar a las actividades la utilización de recursos didáctico-visuales con fundamento tecnológico, como son las simulaciones en computadora.

Referencias Bibliográficas

- Barragués, J. I., Guisasola, J., & Morais, A. (2005). Concepciones de los estudiantes de primer ciclo de universidad. *Educación Matemática*, 17 (1), 55-85.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Grupo de investigación en educación estadística. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/Proyectos.htm>
- Beltrán, J., Moraleda, M., García-Alcañiz, E., Calleja, F. G. & Santiuste, V. (1995). *Psicología de la educación*. Madrid: EUEDEMA.
- Benítez, Y. & Mora, C. (2010). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista cubana de Física*, 27 (2A), 175-179.
- Calva, L. (2005). *Consideraciones sobre algunos conceptos básicos de la probabilidad*. (Tesis de Licenciatura no publicada). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carpintero, E. (2002). El proceso del transfer: Revisión y nuevas perspectivas. *Revista de psicología y psicopedagogía* 1(1), 69-95.
- Carrera, E. (2002). Teaching statistics in secondary school. An overview: From the curriculum to reality. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics*. Ciudad del Cabo, Sudáfrica : IASE.
- Coletta, V. P. & Phillips, J. A. (2005). Interpreting FCI scores: normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability, *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182.
- Evans, E. (2010). *Orientaciones metodológicas para la investigación-acción: propuesta para la mejora de la práctica pedagógica*. Lima: Ministerio de Educación. Dirección de Investigación, Supervisión y Documentación.
- Flores, S., Chávez J. E., Luna, J., González, M. D., González, M. V. & Hernández, A. A. (2008). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *Cultura, ciencia y tecnología*, 5(24), 19-24.
- Flores-García, S., Chávez-Pierce, J. E., Luna-González, J., González-Quezada, M. D., González-Demoss, M. V. & Hernández-Palacios, A. A. (2008, ene- feb.). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *Culyt/Educa* 24, 19-24.
- Gagné, R. M. (1970). *The conditions of learning*. New York, U.S.A.: Holt Rinehart and Winston.
- González, M. D. (2008, ene.). *Student use of mechanic knowledge in electrostatic*. Ponencia presentada en la AAPT, Baltimore, Estados Unidos.

- Guidugli, S., Fernández, C. & Venegas, J. (2004). Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria. *Enseñanza de la Ciencias*, 22(3), 463-471.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: a six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, 64-74.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Barcelona: McGraw-Hill.
- Kanim, S. (1999). *An investigation on student difficulties in qualitative and quantitative problem solving*. (Tesis de doctorado no publicada). University of Washington. Estados Unidos.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (1996). Problem-solving transfer. En D. C. Berliner y R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology*. (pp. 47–62). New York, USA. : MacMillan
- McKeough, R., Lupart, J. & Marini, A. (1995). *Teaching for transfer: Fostering generalization in learning*, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Pérez, N. F. & Barniol, P. J. (2009). Efecto del perfil del tutor en el aprendizaje logrado al realizar un tutorial. *Revista de Investigación Educativa*, 8, 38-49.
- Ribbota, S. L., Pesseti, M. I. & Pereyra S. N. (2009). Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) aplicadas a la comprensión de graficas en cinemática. *Formación Universitaria*, 2(5), 23-30.
- Rivas, M. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Madrid: Subdirección General de Inspección Educativa.
- Walpole, R. E., Myers, S. L., Myers, K. Y. & Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.

