

LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA. UN CASO DE ESTUDIO EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

STATISTICS TEACHING. A STUDY CASE OF ENGINEERING SCHOOLS OF THE UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

Orlando Valencia Rodríguez, Jhon Jairo Vargas Sánchez, José Daniel Gallo Gallón
Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia)

Resumen

En la enseñanza de la estadística, el tema de probabilidades es uno de los que presenta mayor dificultad para su comprensión por parte de los estudiantes. La Universidad Autónoma de Manizales no es ajena a esta situación; es por ello que, continuamente, se están planteando alternativas que permitan obtener mejores resultados. A partir de ello, surge la necesidad de reconocer el proceso de aprendizaje que poseen los estudiantes y establecer mecanismos para la integración de las nuevas tecnologías y procesos lúdicos en la enseñanza de la estadística. En este sentido, se llevó a cabo una intervención docente sobre el tema de probabilidades en tres grupos de estadística de la Facultad de Ingeniería durante el segundo semestre de 2011.

Inicialmente, se realizó el registro de ideas previas y su análisis y se extrajeron insumos para el diseño de las unidades didácticas. En éstas, se integraron aspectos relacionados con la lúdica, la tecnología y la didáctica para la intervención docente. En los grupos intervenidos, se observó una mayor evolución en la comprensión de conceptos y el cálculo probabilístico, frente al grupo control. El nivel de respuestas correctas aumentó y los argumentos presentados por los estudiantes fueron mejor elaborados. De igual manera, de parte de los estudiantes, hubo buena aceptación de las actividades planteadas, quienes destacaron los aspectos innovadores y prácticos.

Palabras clave: enseñanza de la estadística, estadística, probabilidad, educación en ingeniería

Abstract

When teaching Statistics, one of the hardest topics for student comprehension is probability. The Universidad Autónoma de Manizales is not the exception; this is why constantly people involved are developing different ways to get better results. From this comes the need for recognize how the student

is doing in its learning process and establish mechanisms (new technology, games and others) when teaching statistics. This is how there was an intervention by the teacher about probability done in three different groups of students in engineer faculty during the second period of 2011.

At first ideas and analysis were taken, so after that it was able to get some inputs for the design of new didactics units. In this new units, technology, didactics and ludic were adjusted into this aspects, so person in charge (teacher) were able to use them. On the groups were this aspects were used, they showed a better change and evolution in terms of probabilistic calculus and concepts. The amount of right questions answered increased and the arguments shown and explained by the students were elaborated better. At the same time activities done this way were taken in a good way by the students who highlighted the innovation of these new aspects.

Keywords: statistics teaching, statistics, probability, engineering education

Introducción

El conocimiento es dinámico, por lo tanto, los procesos de enseñanza y aprendizaje deben estar en continua revisión, máxime si quienes participan en ellos son los jóvenes, los cuales evolucionan permanentemente. Por otro lado, el surgimiento de nuevas tecnologías, recursos y medios aplicables en la educación exige entornos cambiantes.

Pero, no es suficiente con dinamizar el conocimiento, sino lograr que la experiencia del aprendizaje se convierta en un proceso agradable para los estudiantes y que se despierte en ellos el interés y el reto de asumir su proceso de formación. Una de las áreas en las cuales se requiere explorar estos aspectos es la estadística, específicamente el tema de las probabilidades, que presenta mayor dificultad para su comprensión por los estudiantes (Sáenz, 1995). La estadística se usa incorrectamente o no se comprenden conceptos aparentemente elementales (Batanero C. , 2002). De igual forma, las ideas previas y el conocimiento primitivo del alumno, la mayoría de las veces, son un obstáculo en el desarrollo de conocimientos más complejos (Terán & Anido de López, 2008).

Se pretende, entonces, lograr un nivel adecuado de conocimiento y aplicación de los conceptos y técnicas estadísticas, propias del nivel de formación en ingeniería. Se debe comprender la importancia de la estadística, su necesidad de aplicación en las diferentes disciplinas y la dificultad a la hora de llevar el proceso de enseñanza aprendizaje de la misma. Esto implica abordar otras estrategias para orientarla. La

enseñanza de la estadística se puede asumir desde múltiples perspectivas distintas a la realización de ejercicios de resolución corta (Gil Armas, 2010). Esto plantea el reto de cómo mejorar la enseñanza y buscar nuevas alternativas para lograr procesos de aprendizaje más efectivos (Zamora & Alonso, 2007).

En (Watson, 1997) se presenta un modelo progresivo que comprende los siguientes componentes: el conocimiento básico de los conceptos estadísticos y probabilísticos, la comprensión de los razonamientos y argumentos estadísticos y una actitud crítica al plantear argumentos basados en evidencia estadística. Por otro lado, (Gal, 2002) plantea su propio modelo en el que incluye elementos de conocimiento estadístico y matemático, habilidades de lectura, comprensión del contexto y análisis crítico.

Al tener claridad de la parte teórica de la estadística y la probabilidad, integrada a la resolución de problemas y uso de técnicas estadísticas en situaciones reales, podrá permitir un mejor entendimiento de los temas estudiados (Báez, Prieto, Báez P., & García, 2007). Esto implica que los estudiantes reconozcan varios de los aspectos más característicos de la probabilidad, su objeto de estudio y su metodología (Gómez, 2008). Adicionalmente, la lectura e interpretación del lenguaje estadístico es fundamental en el proceso de comunicación de los resultados, tal como sucede con las gráficas estadísticas, las cuales se utilizan como un poderoso lenguaje para describir y analizar numerosos aspectos de nuestro entorno económico, físico y social (Batanero C. , 2007).

Precisamente, dentro de las estrategias para comprender mejor los contextos, la integración de la lúdica y la tecnología son alternativas para apoyar los procesos de aprendizaje. **La lúdica** proviene del latín *ludus*, que significa relativo al juego. El juego es lúdico, pero no todo lo lúdico es juego. **La lúdica permite que el proceso de aprendizaje sea una actividad agradable, además** del fortalecimiento de los aspectos de la socialización, el trabajo en equipo y la dinámica en el desarrollo de las actividades académicas.

Según (Argumedo & Castiblanco, 2008), los objetivos de los juegos didácticos en las instituciones educativas son:

- Enseñar a los estudiantes a tomar decisiones.
- Garantizar la posibilidad de adquirir una experiencia práctica del trabajo colectivo y el análisis de las actividades organizativas de los estudiantes.
- Contribuir a la asimilación de los conocimientos teóricos de las diferentes asignaturas.

Por otro lado, el uso de las nuevas tecnologías favorece la interactividad en el proceso de aprendizaje; permite plantear nuevos problemas a nivel de la estadística y la concentración del estudiante en los aspectos conceptuales, pero, sin caer en el riesgo de desarrollar análisis que constituyen sólo un ejercicio de uso de *software* minimizando el tiempo dedicado a analizar la coherencia y lógica detrás de los mismos (Torres &

Gilbert, 2007). Al combinar la experimentación física y computacional, se tiene el objetivo de permitir a los alumnos alcanzar un nivel superior en razonamiento probabilístico (Hernández, Yumikataoka, & Silva de Oliveira, 2010).

Con base en lo anterior, en la Universidad Autónoma de Manizales se planteó la necesidad de reconocer el proceso de aprendizaje que poseen los estudiantes y establecer mecanismos para la integración de las nuevas tecnologías y procesos lúdicos en la enseñanza de la estadística. Es así, como se llevó a cabo una intervención docente en tres grupos de estadística de la Facultad de Ingeniería durante el segundo semestre de 2011, enfatizando en el tema de probabilidades. La investigación comprendió la identificación de ideas previas, el diseño de unidades didácticas incorporando aspectos lúdicos y uso de tecnologías, la aplicación de dichas unidades y el análisis estadístico de los resultados obtenidos.

En la exploración de ideas previas se tomó como referencia el instrumento desarrollado por (Sáenz, 1995). Este comprende un cuestionario de 10 preguntas, cada una de las cuales tiene un enunciado, tres opciones de respuesta, de las cuales sólo una es correcta, y un espacio para la explicación o la argumentación. Dichas preguntas también están clasificadas en una tabla bivariada (Tabla 1) por tipo de sesgo y contenido estadístico, basada en aspectos históricos y epistemológicos del tema de la probabilidad.

Tabla 1. Clasificación de preguntas según el sesgo y el contenido estadístico

Tipo de Sesgo	Tipo de contenido estadístico	
	Comprensión leyes estadísticas	Cálculo probabilístico
Determinismo	2	4
Representatividad	3, 10	5, 7, 8
Accesibilidad	9	1
Aversión al riesgo		6

En el tipo de sesgo se plantean cuatro categorías: representatividad, accesibilidad, determinismo y aversión al riesgo. Las dos primeras se refieren

al procesamiento selectivo de la información; el determinista tiene su origen en el énfasis del pensamiento causal sobre el pensamiento probabilístico

y la aversión al riesgo es el sesgo que se puede presentar en la aplicación de conceptos básicos estadísticos. En cuanto al contenido estadístico agrupa los problemas en dos clases: comprensión de leyes estadísticas y cálculo probabilístico. El primero corresponde a lo conceptual y el segundo a lo procedimental. No se pretende pasar de una categoría a otra, sino mostrar la influencia de los sesgos. A mayor sesgo, menor valoración o puntaje en cada una de las categorías. La calificación de cada pregunta va desde uno hasta tres, teniendo en cuenta la respuesta y su argumento. El uno (1) significa una respuesta no estadística, el dos (2) pobremente estadística y el tres (3) buena respuesta estadística.

Aunque la investigación abarca diversos elementos, el presente artículo hace énfasis en la presentación de resultados desde el punto de vista estadístico descriptivo, sin detallar lo relacionado con el diseño de unidades didácticas.

Metodología

La investigación se realizó en tres momentos, a saber: exploración de ideas previas, intervención didáctica y construcción de sentidos y significados con el fin de reconocer los avances conceptuales logrados por los estudiantes. Se trabajó con tres grupos (49 estudiantes en total) en los que se hizo la intervención y el control de variables intervinientes, en la medida que fue posible, en el segundo semestre de 2011. En el grupo control, participaron 31 estudiantes contestando el mismo cuestionario de ideas previas en el primer semestre de 2012.

Para la caracterización de ideas previas, se adaptó el instrumento desarrollado por (Sáenz, 1995). Se hicieron algunos ajustes en redacción y se agregaron cinco preguntas (Tabla 2), conservando la estructura del documento original. Adicionalmente, se plantearon cinco preguntas de tipo abierto, de tal forma que el cuestionario quedó con 20 preguntas. Se realizó una prueba piloto que permitió identificar y corregir algunos detalles de forma, redacción y presentación.

Tabla 2. Clasificación ajustada de preguntas según el sesgo y el contenido estadístico

Tipo de Sesgo	Tipo de contenido estadístico	
	Comprensión leyes estadísticas	Cálculo probabilístico
Determinismo	2,11,14	4,15
Representatividad	3, 10,12,13	5, 7, 8
Accesibilidad	9	1
Aversión al riesgo		6

Las preguntas de tipo abierto indagan sobre qué se entiende por probabilidad, distribución de probabilidad, distribución de probabilidad binomial, normal y exponencial. Las preguntas del uno al quince plantean problemas relacionados con el experimento de monedas, lanzamiento de dados, cartas, balotas y situaciones hipotéticas contextualizadas a las cuales se enfrenta el estudiante, las analiza y toma una decisión argumentada.

Con respecto a la calificación de las respuestas, se conservó el esquema original de las tres categorías o niveles, aunque se simplificaron los criterios de la siguiente manera:

Calificación 1. Significa que es una respuesta no estadística o se deja en blanco. Es importante tener en cuenta

que, a los estudiantes, se les solicitó no dejar respuestas en blanco. Calificación 2. Cuando se da una respuesta correcta pero un argumento pobremente estadístico. Calificación 3. Cuando la respuesta y el argumento corresponden claramente a elementos estadísticos.

Se valoró el argumento del estudiante ya que, eventualmente, se pudo obtener una respuesta correcta, pero sin respaldo de un argumento adecuado.

Además del instrumento de ideas previas, se diseñaron unidades didácticas, teniendo como referencia los resultados obtenidos en las ideas previas. Mediante las unidades didácticas se tuvo un doble propósito: la enseñanza, haciendo uso de actividades lúdicas y uso de tecnologías de información y comunicaciones (TIC), y el registro de información para evaluar

el desarrollo del proceso. La estructura general de la unidad didáctica comprendió: título de la unidad didáctica, orientación inicial, objetivos de enseñanza, identificación y socialización de ideas previas, reestructuración del conocimiento, registro de resultados y retroalimentación. El proceso de recolección de información se realizó durante todo el desarrollo de la intervención docente.

Resultados

En primera instancia, se muestran los porcentajes globales de estudiantes (respuestas), según las calificaciones logradas; luego, se presentan los resultados teniendo en cuenta únicamente si las respuestas fueron correctas o no; a continuación, se registran los porcentajes, valorando el argumento dado por el estudiante. Estos resultados se obtuvieron en la aplicación inicial y final del instrumento de ideas previas en los grupos intervenidos y de manera comparativa con el grupo control.

• Aplicación inicial del instrumento de ideas previas

El 87,55% de las respuestas se clasificaron en la categoría de respuestas no estadísticas (calificación 1), el 10,31% en la categoría de respuestas pobremente estadísticas (calificación 2) y sólo el 2,14% en la categoría de buenas respuestas estadísticas (calificación 3). Estos resultados reflejaron ideas previas no estadísticas que afectaron el proceso de razonamiento y cálculo estadístico.

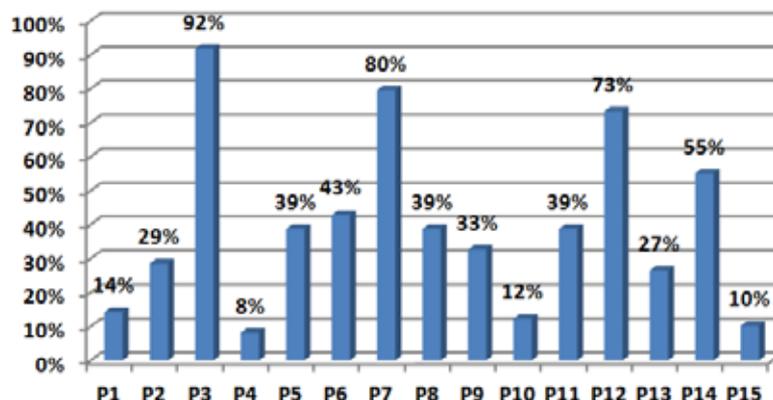
Con respecto a la clasificación del tipo de sesgo y contenido estadístico (Tabla 3), los estudiantes se ubicaron en las diferentes clasificaciones en forma más o menos homogénea; no hubo una tendencia predominante y el nivel de respuestas, de acuerdo cola valoración de argumentos, fue no estadística o pobremente estadística. El cero que se registra en la tabla 3 se debe a que no hubo preguntas que valoraran esta categoría.

Tabla 3. Valoración de ideas previas de acuerdo a la clasificación de preguntas según el sesgo y el contenido estadístico (aplicación inicial)

Tipo de Sesgo	Tipo de contenido estadístico	
	Comprensión leyes estadísticas	Cálculo probabilístico
Determinismo	41,7%	37,1%
Representatividad	36,9%	36,1%
Accesibilidad	38,8%	36,1%
Aversión al riesgo	0,0%	42,9%

Otro aspecto interesante fue el registro de respuestas correctas, sin tener en cuenta el argumento estadístico (Figura 1).

Figura 1. Resultado ideas previas - respuestas correctas

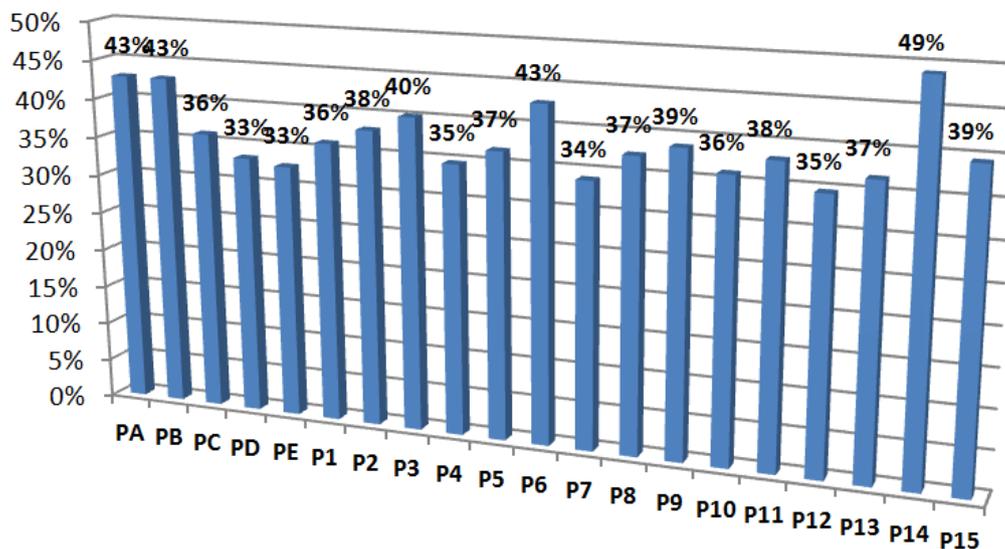


La pregunta con mayor porcentaje de respuesta fue la tres, relacionada con la secuencia de lanzamiento de una moneda. La de menor, la cuatro, donde se plantea una situación hipotética para la cual se debe establecer la probabilidad de identificar una persona de acuerdo a unos criterios. Se observó que la selección de la respuesta acertada no necesariamente estuvo

respaldada por un argumento estadístico. Lo anterior pudo ser que se conocía la opción correcta, pero no argumentó apropiadamente o se hizo una selección en forma aleatoria.

En la figura 2, se presenta la calificación que se obtuvo en las preguntas, valorando el argumento presentado.

Figura 2. Valoración resultados de ideas previas por preguntas



Se observa en la figura 2 que las preguntas tres (secuencia de lanzamiento de una moneda), siete (probabilidad de que entre 6 nacimientos, 3 de ellos sean mujeres) y doce (extracción de bolas rojas y negras contenidos en una bolsa) tuvieron una valoración de 40%, 34% y 35% respectivamente, lo cual ratificó que no todas las respuestas correctas obtenidas en estas preguntas (figura 1) fueron argumentadas estadísticamente.

- **Aplicación del instrumento de ideas previas al final del periodo**

Participaron 48 estudiantes. Se tuvieron en cuenta los mismos criterios para el análisis e interpretación que en el primer momento.

Se encontró que el 52,9% de las respuestas fue clasificado en la categoría de respuestas no estadísticas,

el 24% en la categoría de respuestas pobremente estadísticas y el 23,1% en la categoría de buenas respuestas estadísticas. Estos resultados reflejan un avance o madurez de argumentos estadísticos, aunque un poco más del 50% de las respuestas se ubicó en la categoría de no respuesta estadística.

En cuanto a la clasificación del tipo de sesgo y contenido estadístico (Tabla 4), se observó, a diferencia de la primera aplicación del instrumento de ideas previas, una mayor variabilidad en los resultados promedios de las diferentes clasificaciones, aunque ninguna de ellas llegó a los niveles de respuestas estadísticas adecuadas. La mejor valoración apareció en la casilla de *comprensión de leyes estadísticas y determinismo*; siendo la menor, la que corresponde al *cálculo probabilístico y accesibilidad*. El cero que se registra en la tabla 4 se debe a que no se tuvieron preguntas que valoraran esta categoría.

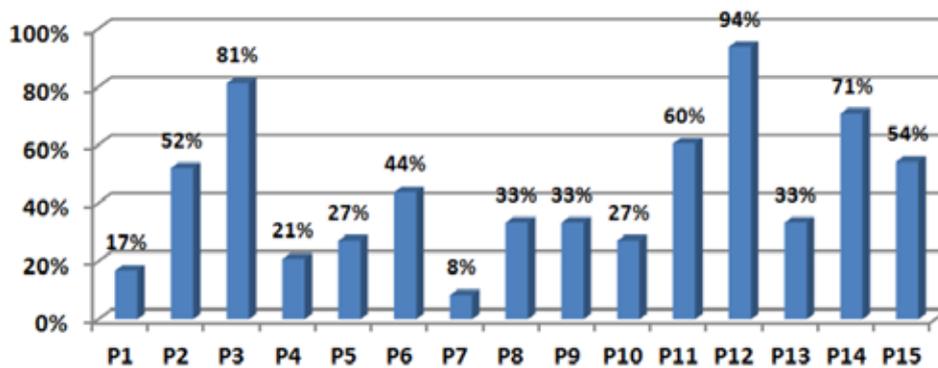
Tabla 4. Valoración de ideas previas de acuerdo a la clasificación de Preguntas según el tipo de sesgo y el contenido estadístico de ideas previas al final del periodo.

Tipo de Sesgo	Tipo de Contenido Estadístico	
	Comprensión leyes estadísticas	Cálculo probabilístico
Determinismo	63,0%	54,4%
Representatividad	55,8%	46,5%
Accesibilidad	47,6%	39,5%
Aversión al riesgo	0,0%	50,3%

Al evaluar las respuestas correctas (Figura 3), la selección no implicó una adecuada argumentación de las mismas, de manera similar a lo observado en la evaluación inicial del periodo; sin embargo, los porcentajes de respuestas cambiaron de tal

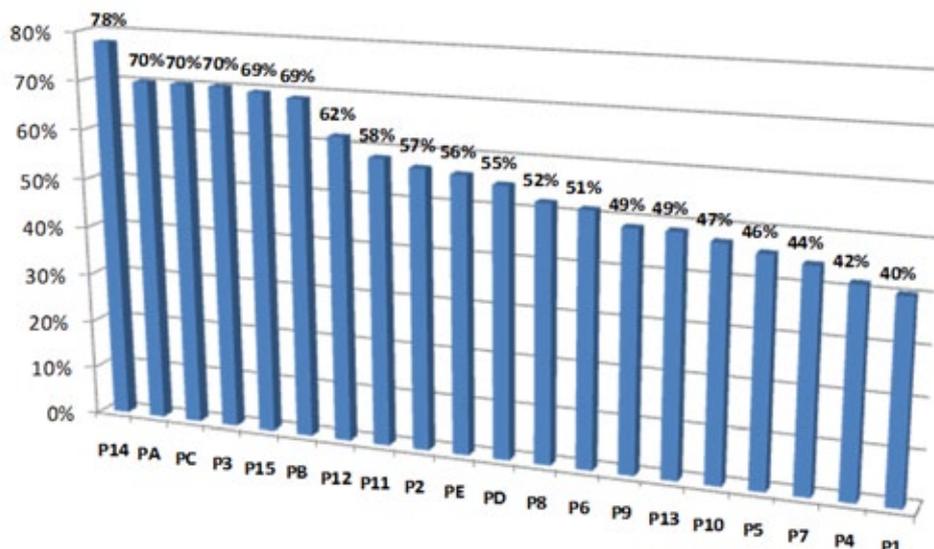
forma que la pregunta con mayor porcentaje de respuesta fue la doce (extracción de bolas rojas y negras contenidos en una bolsa) y la menor la siete (probabilidad de que entre 6 nacimientos, 3 de ellos sean mujeres).

Figura 3. Resultado ideas previas - respuestas correctas al final del periodo



En la Figura 4, se presenta la calificación obtenida en las preguntas, en la que se tuvo en cuenta la argumentación que se presentó.

Figura 4. Valoración resultados de ideas previas por preguntas al final del periodo



Se puede observar, en la figura 4, que las preguntas doce (extracción de bolas rojas y negras contenidos en una bolsa) y tres (secuencia de lanzamiento de una moneda) tuvieron una valoración de 62 y 70% respectivamente, lo cual ratifica que no todas las respuestas correctas obtenidas en estas preguntas (Figura 3) fueron argumentadas estadísticamente. En la pregunta catorce (hace referencia al valor esperado), si se observa una mayor coherencia entre las respuestas correctas y los argumentos estadísticos.

• **Análisis comparativo de resultados ideas previas al inicio y final del periodo.**

Presentados los resultados del inicio y final del periodo, es importante hacer un análisis comparativo entre ambos momentos del estudio (Tabla 5). Los ceros registrados en la tabla se deben a que no se tuvieron preguntas que valoraran esta categoría.

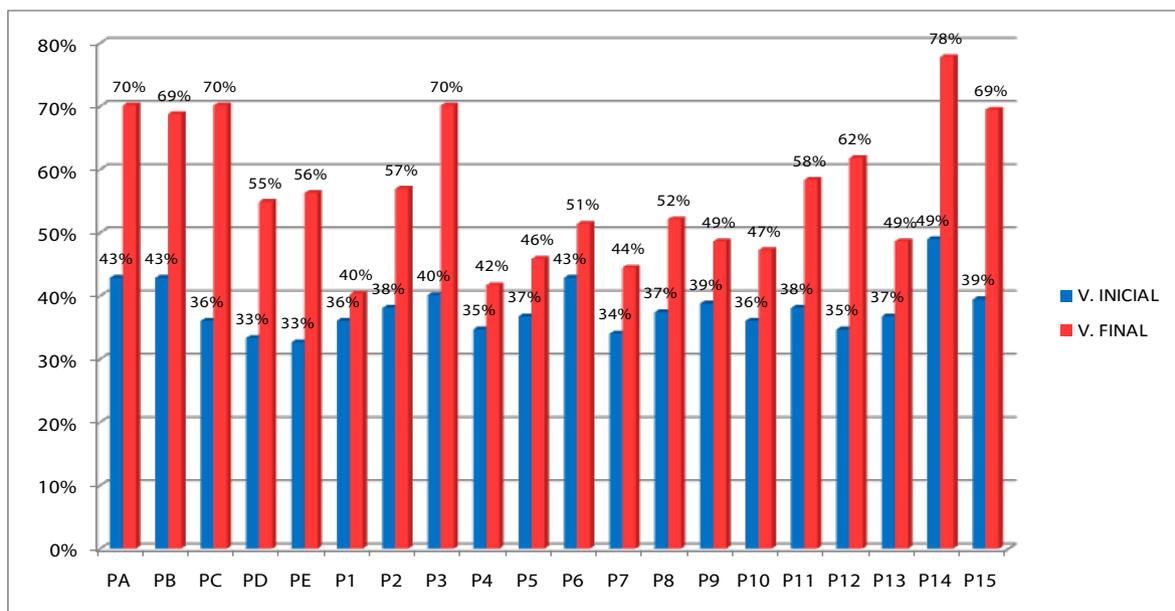
Tabla 5. Resultados ideas previas al inicio y final del periodo

Tipo de Sesgo	Tipo de Contenido Estadístico			
	Comprensión leyes estadísticas		Cálculo probabilístico	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Determinismo	41,7%	63,0%	37,1%	54,4%
Representatividad	36,9%	55,8%	36,1%	46,5%
Accesibilidad	38,8%	47,6%	36,1%	39,5%
Aversión al riesgo	0,0%	0,0%	42,9%	50,3%

Se aprecia, en la Tabla 5 que se obtuvo una mejor valoración promedio de ideas previas al final del periodo, aunque sin alcanzar los niveles altos o de respuestas estadísticas. La categoría determinismo, tanto en lo referente a la comprensión de leyes estadísticas y al cálculo probabilístico, tuvo los mayores cambios, seguida de la categoría representatividad.

En la Figura 5, se aprecia el comparativo en cuanto a respuestas correctas. En las preguntas A (qué se entiende por probabilidad), B (distribución de probabilidad), C (distribución de probabilidad binomial), tres (secuencia de lanzamiento de una moneda), catorce (concepto de valor esperado) y quince (cálculo del valor esperado), se obtuvieron respuestas estadísticas bien argumentadas.

Figura 5. Valoración ideas previas por preguntas - inicio y final del periodo



• Análisis de resultados sobre las ideas previas en el grupo control

En el grupo control, el 61,3% de las respuestas fue clasificado en la categoría de respuestas no estadísticas, el 25,2% en la categoría de respuestas pobremente estadísticas y el 13,5% en la categoría de buenas respuestas estadísticas, mientras que en los grupos intervenidos fue de 52,9%, 24% y 23,1%, respectivamente. Se realiza una prueba de hipótesis de proporciones (Quesenberry, 1964) basada en el intervalo de confianza I.C:

$$I.C: \frac{\chi^2 + 2n_i}{2(n + \chi^2)} \pm \frac{\sqrt{\chi^2(\chi^2 + 4n_i \frac{n-n_i}{n})}}{2(n + \chi^2)} \quad 1)$$

Donde: χ^2 es una ji cuadrado con k grados de libertad con k=número de categorías menos 1, es la frecuencia observada en la categoría i y n es la sumatoria de todas las observaciones.

$$\begin{pmatrix} \pi_{10} \\ \pi_{20} \\ \pi_{30} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.6129 \\ 0.2516 \\ 0.1354 \end{pmatrix} \text{ y } \begin{pmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.529 \\ 0.2396 \\ 0.2313 \end{pmatrix}$$

Se desea verificar si hay diferencias significativas entre el grupo intervenido y el grupo control. La hipótesis nula se plantea así:

$$\begin{aligned} I.C1: & 0.48968 \leq \pi_1 \leq 0.56830 \\ I.C2: & 0.20755 \leq \pi_2 \leq 0.27485 \\ I.C3: & 0.19967 \leq \pi_3 \leq 0.26616 \end{aligned}$$

Los intervalos de confianza de confianza para obtenidos mediante la ecuación (1) son:

$$H_0: \begin{pmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \pi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \pi_{10} \\ \pi_{20} \\ \pi_{30} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.6129 \\ 0.2516 \\ 0.1354 \end{pmatrix}$$

Se verifica que:

$$\begin{aligned} \pi_{10} &= 0.6129 \notin I.C1 \\ \pi_{20} &= 0.2515 \notin I.C2 \\ \pi_{30} &= 0.1354 \notin I.C3 \end{aligned}$$

Lo anterior significa que sí hay diferencias significativas entre el grupo intervenido y el grupo control.

Discusión

Es importante destacar que la intervención docente favoreció la participación activa e intencional de los profesores y estudiantes, permitiendo la coevaluación durante el desarrollo del proceso. Los estudiantes fueron conscientes de las dificultades encontradas y propusieron alternativas para superarlas.

Se reflexionó y comprendió cómo los estudiantes participantes entienden los conceptos relacionados con la probabilidad y quiénes la perciben como algo abstracto. Frente a esto, se desarrollaron actividades prácticas, mediante las cuales se redujo la brecha (entre el concepto teórico y su aplicación. De igual manera, mediante el uso de TIC y elementos lúdicos, se favoreció un ambiente de aprendizaje más accesible y agradable.

La intervención docente en el aula, incorporando aspectos lúdicos y TIC, favoreció una mayor evolución en la comprensión de los conceptos y cálculos estadísticos. Esto se evidenció en la diferencia de resultados entre el grupo de intervención y el de referencia, lográndose, en el primero, mayores porcentajes en las categorías de mejor desempeño. Se presentaron algunas preguntas, en las que no se logró un avance significativo o, por el contrario, una involución. Esto requeriría un análisis mucho más detallado, que no es del alcance de la presente investigación, para comprender qué otros factores pudieron tener influencia en estos resultados.

Otros aspectos para resaltar son las dificultades que tienen los estudiantes en la comprensión teórica y práctica de los problemas planteados, como también la dificultad de expresión al momento de argumentar la respuesta seleccionada. En la primera aplicación del instrumento de ideas previas, se notó la falta de terminología adecuada y de un orden lógico en lo expresado. Por otro lado, hubo falencias en la posibilidad de hacer análisis más detallados. Algunos estudiantes plantean soluciones inmediatas pasando por alto información relevante para los problemas planteados, lo cual contribuye a tomar decisiones incorrectas y mal argumentadas.

Los resultados obtenidos mediante el instrumento de ideas previas son coherentes con los planteados por Sáenz (1995), de quien se adaptó el instrumento

original. Se ratificó la dificultad que tienen los estudiantes para comprender el tema de probabilidades, influenciados por los sesgos de representatividad, accesibilidad, determinismo y aversión al riesgo. En (Barragués & Guisasola, 2009), se presentó un trabajo similar con tres ítems: concepción determinista del azar, heurística de representatividad y sesgo de equiprobabilidad. Trabajaron con grupo experimental y control, clasificando los resultados de manera análoga. Concluyeron que el análisis de los datos refleja el aprendizaje logrado por los estudiantes al utilizar la secuencia de enseñanza en la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad. Adicionalmente, consideran que los instrumentos utilizados son válidos para la evaluación de la propuesta innovadora, comparados con la enseñanza habitual.

Conclusiones

El instrumento de ideas previas permitió caracterizar la manera como los estudiantes participantes asumen los conceptos relacionados con la probabilidad. Se tienen concepciones determinísticas, que tienen su origen en el énfasis del pensamiento causal sobre el pensamiento probabilístico. Por el contrario, en otros estudiantes, predomina el pensamiento aleatorio o puramente al azar, pero sin un soporte estadístico que permita argumentar adecuadamente los problemas planteados. De manera conjunta, los estudiantes se ubicaron en las diferentes clasificaciones en forma más o menos homogénea, no hay una tendencia predominante y los niveles de respuesta, de acuerdo con la valoración de argumentos, fueron no estadísticas o pobremente estadísticas.

El reconocimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes sirvió de insumo para el diseño

de unidades didácticas, incorporando la lúdica y las TIC. Estas propiciaron un ambiente de estudio más agradable y favorecieron la interacción entre los mismos estudiantes y los docentes. La estructura general de la unidad didáctica, que puede servir de base para futuras intervenciones, quedó definida de la siguiente manera: Título de la unidad didáctica, orientación inicial, objetivos de enseñanza, identificación y socialización de ideas previas, reestructuración del conocimiento, registro de resultados y retroalimentación. El proceso de recolección de información se realizó durante todo el desarrollo de la intervención docente.

La intervención docente, basada en unidades didácticas que incorporan aspectos lúdicos y uso de tecnologías, parece ser una buena opción que contribuye a la mejor comprensión de los conceptos y leyes estadísticas por parte de los estudiantes. Esto se evidenció en la diferencia de resultados entre el grupo de intervención y el de control.

Se presentaron algunas preguntas, en las que no se logró un avance significativo o, por el contrario, una involución. Esto requeriría un análisis mucho más detallado, que no fue del alcance de la presente investigación, pero sería interesante comprender qué otros factores pudieron tener influencia, teniendo en cuenta que los grupos participantes tenían condiciones y características académicas similares.

Las diferencias al inicio y final del periodo académico y frente al grupo control permiten concluir que no hay cambios drásticos o sorprendentes. Esto muestra que la evolución en el tema de las probabilidades es un proceso gradual. Sería interesante explorar otros instrumentos de evaluación, teniendo en cuenta la complejidad de las preguntas planteadas.

Referencias

- Argumedo, D., & Castiblanco, Y. (2008). *Diseño e implementación de una lúdica para analizar procesos de toma de decisiones basados en contabilidad del tróput, mediante escenarios simulados de un sistema productivo en el Laboratorio de Ingeniería Aplicada de la Universidad de Córdoba*. Trabajo de Grado, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.
- Báez, R., Prieto, D., & García, E. (2007). Resolución de Problemas y uso de Técnicas estadísticas en el contexto de la Ingeniería Mecánica. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 246 - 252.
- Barragués, J., & Guisasola, J. (2009). Una propuesta para la enseñanza de la probabilidad en la universidad basada en la investigación didáctica. *Educación Matemática*, 21(3), 127-162.

- Batanero, C. (2002). Los retos de las cultura estadística. *Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística. Conferencia Inaugural*.
- Batanero, C. (2007). Enseñanza de la Estadística en los niveles no universitarios. *XI Simposio de Educación Matemática*, 93.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gil Armas, A. R. (2010). La estadística oficial en el aula. *Revista Iberoamericana de educación Matemática*(24), 177-182.
- Gómez, J. (2008). Una actividad para la enseñanza de la probabilidad diseñada con el método histórico cultural de Vigostky y la teoría de la actividad de Leóntiev. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 21, 416 - 426.
- Hernández, H. M., Yumikataoka, V., & Silva de Oliveira, M. (2010). El uso de los Juegos para la promoción del razonamiento probabilístico. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 69 - 83.
- Quesenberry, C. D. (1964). Large Simple Simultaneous Confidence Intervals for Multinomial Proportions. *Technometrics*, 6, 191-195.
- Sáenz, C. (1995). *Intuición y matemática en el razonamiento y aprendizaje probabilístico*. Madrid: Tesis Doctoral presentada en la Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Psicología. Departamento de Psicología Social.
- Terán, T. E., & Anido de López, M. (2008). Las hipótesis previas para la enseñanza de la estadística básica en la Universidad. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 689 - 694.
- Torres, J., & Gilbert, R. d. (2007). Enseñanza de la probabilidad y la estadística usando el Statgraphics. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 689 - 694.
- Watson, J. (1997). Assessing statistical literacy through the use of media surveys. *The assessment challenge in statistics education*, 107-121.
- Zamora, L., & Alonso, I. (2007). Enseñanza de la probabilidad y la estadística usando el Statgraphics. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 20, 689 - 694.

Sobre los autores

Orlando Valencia Rodríguez

Ingeniero Industrial. Especialista en Desarrollo Gerencial. Magíster en Investigación Operativa y Estadística. Docente Departamento de Física y Matemáticas. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia)
orlandovr@autonoma.edu.co

Jhon Jairo Vargas Sánchez

Ingeniero Industrial. Magíster en Investigación Operativa y Estadística. Docente Departamento

de Física y Matemáticas. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia)
jairo@autonoma.edu.co

José Daniel Gallo Gallón.

Economista. Estudiante de Maestría en Enseñanza de la Matemáticas con énfasis en Estadística. Docente Departamento de Física y Matemáticas. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia)
daga@autonoma.edu.co