
USO DE HERRAMIENTAS METACOGNITIVAS PARA LA DETECCIÓN DE FALACIAS DE PROBABILIDAD

Fernando León Parada

profeleonp@gmail.com

Doctorado Interinstitucional en Educación

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

Asunto: Proyectos de investigación

Temática: Probabilidad

RESUMEN

Este reporte de investigación doctoral explora una estrategia didáctica para estudiantes de ingeniería que utilizan herramientas metacognitivas en procesos de autoevaluación y autovalidación de soluciones a problemas de contexto probabilístico. Hubo preguntas capciosas que ocultaban falacias de probabilidad para equivocar a la mayoría; la revisión de respuestas, por ellos mismos, se hizo en dos grupos separados: los primeros consultaron textos tradicionales pero no se percataron de las falacias, mientras que los segundos interactuaron con un programa de esquemas tipo mapas conceptuales, cuyos nodos alojaban conceptos relacionados y alternativas para decidir, que les permitieron corregir respuestas y validar soluciones. El uso de herramientas metacognitivas se sustenta en tendencias de trayectorias reales de aprendizaje replicadas con otras falacias y grupos independientes.

235

PALABRAS CLAVE

Didáctica, Falacias, Herramientas metacognitivas, Probabilidad.

INTRODUCCIÓN

Este reporte sobre una exploración en estudiantes de ingeniería pretende: analizar los procesos de solución de algunos problemas de probabilidad formulados con preguntas capciosas, y la manifestación de falacias que inducen a tomar decisiones equivocadas, promovidas por la relación semántica entre las proposiciones de las premisas y la condición probabilística; emplear elementos metacognitivos que provienen de los mapas conceptuales para validar soluciones pertinentes al problema; y aportar hechos a la investigación en curso de mi tesis doctoral en el Doctorado Interinstitucional en Educación (Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

La pregunta investigativa que ha orientado el desarrollo de este reporte es ¿cómo incide el uso de herramientas metacognitivas en las capacidades de los estudiantes de ingeniería para que detecten falacias de probabilidad en problemas propuestos con preguntas capciosas?

Las exigencias metodológicas para el seguimiento a la perturbación de la sensatez y su efecto en los sesgos de razonamiento, a modo de hipótesis, es que ellas necesitan herramientas metacognitivas relacionadas con mapas conceptuales para encaminar acciones de autoevaluación, contrastación y autocorrección o verificación de resultados. A través de estos procesos, la comprensión reflexiva de un estudiante no ocurre solo por tener un modelo en mente sino al ser capaz de trabajar con él (Perkins, 1999).

La perspectiva teórica relacionada con las decisiones basadas en excesos de confianza de Slovic, Fishhoff y Lichtenstein (2005), y de los juicios aplicados por la regla heurística de la representatividad de Kahneman y Tversky (2005), sirvieron para explicar el fenómeno de la aparición de sesgos de razonamiento y esclarecer el efecto de las perturbaciones en la sensatez de las personas, en el momento de responder preguntas sobre situaciones ligadas por condiciones de incertidumbre.

MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia de esta propuesta está comprendido por referencias teóricas sobre los sesgos de razonamiento, el uso de falacias como estrategia didáctica, como las falacias inatingentes y las que se basan en conceptos subjetivos o personalistas, y el uso de herramientas metacognitivas como son los esquemas tipo mapas conceptuales.

El estudio de los sesgos de razonamiento, que surgen en las personas cuando intentan soluciones de problemas de probabilidad sin un análisis previo de la situación planteada, se puede iniciar con los resultados experimentales de tres vertientes investigativas:

- La vertiente que resalta el papel de las creencias pseudo-científicas en la heurística de la representatividad, se destacan los trabajos de Konold (1989), Gilovich y Savitsky (2002).
- La vertiente que resalta las formas en que las personas simplifican procedimientos de la lógica y abandonan las reglas teóricas de la probabilidad, se destacan los trabajos de Cañizares, Estepa, Batanero y Vallecillos (2006).
- La vertiente que resalta el uso del razonamiento inferencial informal, en el análisis de datos que pretende garantizar la validez de juicios y la toma de decisiones basada en estudios estadísticos, se destacan los trabajos de Lugo, Huges y Larios (2016).

Una concepción sobre el término ‘falacia’ mencionada en este reporte proviene de la siguiente perspectiva lógica:

Una falacia es un argumento falaz [...] En el uso ordinario, por supuesto, la palabra ‘falacia’ significa poco más que ‘falsa creencia’; pero este uso no nos concierne a nosotros. En la lógica tradicional, si se presentan en forma apropiada, una falacia puede ser hecha incluso a partir de declaraciones verdaderas; es decir, constituir o expresar un argumento que parece válido pero no lo es (Hamblin, 2004, p. 224).

En los problemas de probabilidad desarrollados durante las actividades de la experimentación de este reporte, es el uso de falacias inatingentes aquellas que se caracterizan porque al ser proferidas por un emisor, despiertan una interpretación distinta en el receptor si éste es influenciado por falsas creencias, o por ignorancias que desvirtúan el significado del enunciado. Este efecto se logra con preguntas opacas o capciosas, aquellas que ocultan falacias con ambigüedades del lenguaje y sin advertir al receptor.

En Campbell (1981) se explican algunos ejemplos de problemas que contienen este tipo de falacias y en los que las personas intentan resolver a partir de algún concepto subjetivo o personalista de probabilidad basado en información cuantitativa, o en alguna evidencia apenas disponible para hacer conjeturas o brindar hipótesis plausibles. No obstante, las personas que cometen equivocaciones como producto de dilemas y ambigüedades inducidas por falacias, pueden ser apoyadas con alguna herramienta metacognitiva para esclarecer la situación y, en últimas, reversar sus decisiones.

La caracterización de mapas utilizados en la experimentación para este reporte proviene de los mapas conceptuales definidos por González, Novak y Morón (2001). Un mapa es un recurso gráfico que además de representar relaciones entre conceptos, enunciados de problemas, y otras herramientas teóricas, también incluye procesos y tratamientos asociados a la resolución de problemas. La construcción de mapas y de diagramas de funcionamiento, como los llamados modelos conceptuales, según Mayer (1989) citado en Perkins (1999), hace que los estudiantes resuelvan problemas con más flexibilidad que aquellos a los que no se les dan modelos conceptuales.

DESARROLLO DEL TEMA

Aspectos metodológicos

Desde una perspectiva metodológica, se retoma el trabajo de Johnson-Laird y Byrne (1991) en lo que concierne a la evolución del razonamiento; en su argumento, cada vez que las personas elaboran un nuevo modelo del estado de las cosas y refutan sus equivocaciones pasadas con modelos alternativos para sacar nuevas conclusiones, es

cuando sucede que desarrollan su razonamiento. Esto indica que mientras las reglas formales funcionan sintácticamente, los modelos mentales funcionan semánticamente, y en consecuencia, se mejora la toma de decisiones para enfrentar los hechos impredecibles que perturban los modelos determinísticos en la deducción.

Los aspectos metodológicos de la exploración se asocian con las respuestas ofrecidas a los cuestionamientos siguientes:

1. ¿Por qué se explora sobre temas de probabilidad y no sobre temas de otra materia de estudio? La razón es porque siendo la probabilidad un campo de estudio donde las condiciones de incertidumbre en los enunciados de los problemas producen duda en el receptor, entonces cualquier desvío de éste hacia el margen de sus prejuicios cognitivos lo puede llevar a emitir juicios erróneos. Esto es conveniente en la exploración pues una respuesta equivocada constituye insumo útil para que en la siguiente etapa de retroalimentación el estudiante desarrolle sus procesos de autoevaluación y autovalidación.
2. ¿Por qué con estudiantes de ingeniería? Esta exclusividad no obedece a una apreciación subjetiva de esta profesión, es por evitar la dispersión que causaría una exploración con estudiantes de diversas carreras profesionales, las habilidades específicas pueden tener variaciones que podrían afectar la fiabilidad y la validez de los resultados de la exploración, la cual se basa en alguna homogenización de las cualidades de los sujetos que participen en la experimentación.
3. ¿Por qué con preguntas capciosas en lugar de utilizar preguntas transparentes? Porque la naturaleza de una pregunta capciosa es opacar la extensión del objeto al que refieren para producir una ambigüedad en la comprensión lingüística del receptor, lo cual provoca respuestas erróneas que se aprovechan en los procesos posteriores de la autoevaluación.
4. ¿Por qué falacias de probabilidad en lugar de plantear problemas libre de engaños? La intención de las falacias es producir sesgos de razonamiento, o hacer incurrir en prejuicios cognitivos, para que la perturbación afecte la claridad en la lógica informal de quien responde; hecho que implica un adecuado uso de herramientas metacognitivas en sus procesos de autoevaluación y autovalidación.

En consecuencia, el carácter metodológico estará enfocado hacia las capacidades de los estudiantes de ingeniería, para hacerles responder a preguntas capciosas en problemas de probabilidad, y pretender que luego, con las herramientas metacognitivas puedan descubrir la existencia de falacias, cambiar respuestas en caso de haberse equivocado o descuido en la lectura superficial del problema, y finalmente, optar por la validación de una solución pertinente.

Desarrollo de la propuesta

La idea propuesta fue justificar con los resultados de la exploración las posibles incidencias en el aprendizaje significativo contando con herramientas metacognitivas de esquemas tipo mapa conceptual durante el desarrollo de los procesos de autoevaluación y autovalidación. La propuesta vislumbra la forma como se desarrolla la competencia o conjunto de habilidades, que según Polya (1957) y Shoenfeld (1988) denominaron “Solución de Problemas”, cuando se utilizan herramientas metacognitivas.

La experimentación se hizo a través de tres exploraciones; en cada una se planteó un problema que ocultaba un tipo de falacia de probabilidad con el objetivo de registrar las respuestas acertadas al problema, en dos intentos: después de la lectura del problema (etapa 1), y después de consultar un texto o de construir un mapa conceptual (etapa 2).

En cada exploración participaron veinte estudiantes de ingeniería que habían tenido algún curso de probabilidad; a ellos se les planteó un mismo problema para que en menos de diez minutos seleccionaran una opción óptima entre varias respuestas cerradas. La pregunta en el problema de probabilidad era, sin advertirlo, una pregunta capciosa que ocultaba algún tipo de falacia. Luego que los estudiantes marcaron sus respuestas, sin regla alguna, fueron separados en dos grupos de diez cada uno, para que realimentaran el proceso de las soluciones, de modo individual. Los estudiantes del primer grupo recibieron un mismo texto tradicional de probabilidad para que consultaran los temas de estudio relacionados con las ideas del problema. Mientras, los estudiantes del segundo grupo interactuaron con un programa tecnológico provisto de mapas con rótulos que contenían conceptos conectados entre sí y ayudas emergentes como definiciones, fórmulas matemáticas, teoremas, principios, reglas, diagramas, imágenes, dibujos, y conjeturas provistas en esquemas de árboles de decisión.

A continuación, se describen los tres problemas utilizados en las exploraciones, junto al reporte sucinto de los resultados de tres grupos de 20 estudiantes cada uno, en las dos etapas del proceso: porcentajes distribuidos en las respuestas iniciales, la mayoría equivocadas, y los porcentajes de respuestas modificadas y acertadas en la etapa de retroalimentación. Los nombres de cada problema -y sus respectivas falacias- fueron: “Chevalier de Mère” -falacia de probabilidad en eventos independientes-, “Mamografía” -falacia de correlación coincidente-, y “Genética” -falacia por anfibología-.

En la columna de los resultados, se resalta (en negrita) el dato que representa un impacto o incidencia en el aprendizaje por la utilización de la estrategia en la que los estudiantes, de modo autónomo, hallan otra solución y validan su pertinencia con la herramienta metacognitiva tipo mapa conceptual ofrecida a través de un programa interactivo en línea por internet.

Los resultados de la segunda actividad mostraron que los estudiantes del primero grupo no se percataron de las falacias e insistieron en mantener o justificar sus respuestas erróneas; mientras que los estudiantes del segundo grupo, detectaron las falacias, evaluaron e hicieron corrección de las primeras respuestas, especialmente quienes se habían equivocado al comienzo con la simple lectura, en la primera etapa, y finalmente evaluaron todas las opciones de respuestas posibles, verificaron y validaron por si mismos las soluciones pertinentes y correctas a cada problema, en las respectivas exploraciones.

Situación	Análisis de resultados																												
<p>Antoine Gombaud, llamado Caballero de Méré en el siglo XVII, apostaba ganar si sacaba un “6” en cuatro tiradas de un dado, pues creyó que “4” veces “1/6”, igual a $2/3$ era una buena ventaja. Con ese razonamiento empezó a apostar que en una secuencia de 24 tiradas con dos dados, sacaría al menos un “12” (o “seis doble”); al ver que disminuía su fortuna cambió la apuesta en 25 tiradas y pudo recuperarse. ¿Cómo explica las dos rachas?</p> <p>a) por cuestiones de la suerte b) no tiene explicación lógica c) por una ley de la probabilidad (¿cuál?)</p> <p>La explicación de la opción correcta es c): Antoine pensaba que si salía 1 de los 6 resultados posibles del dado entonces en cuatro tiradas saldría cuatro veces $1/6$, o sea $4/6=2/3$, lo cual era un error ya que las leyes de la probabilidad de eventos independientes aplican el principio multiplicativo: Probabilidad de sacar cuatro veces números distintos de 6 es $(5/6)^4$, su complemento es $1 - (5/6)^4$, aprox. 51.8%. En el caso de la mala racha, la probabilidad de sacar un “doble seis” en 24 tiradas es $1 - (35/36)^{24}$, aprox. 49.14%, menor que en 25 tiradas que es $1 - (35/36)^{25}$, aprox. 50.55%.</p>	<p>Etapa 1°. Simple lectura y marcación de una opción como respuesta.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total que responden</th> <th>Responden a)</th> <th>Responden b)</th> <th>Responden c)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>7 (35%)</td> <td>8 (40%)</td> <td>5 (25%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Etapa 2°.</p> <p>a. Consulta de textos de probabilidad en un proceso de realimentación de respuestas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total</th> <th>Cambian opción y aciertan</th> <th>Cambian opción pero no aciertan</th> <th>No cambian opción pero aciertan</th> <th>No cambian opción ni aciertan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>2 (20%)</td> <td>1 (10%)</td> <td>3 (30%)</td> <td>4 (40%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. Interacción con herramientas metacognitivas en los procesos de autoevaluación y autovalidación:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total</th> <th>Cambian opción y aciertan</th> <th>Cambian opción pero no aciertan</th> <th>No cambian opción pero aciertan</th> <th>No cambian opción ni aciertan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>6 (60%)</td> <td>0 (0%)</td> <td>3 (30%)</td> <td>1 (10%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los resultados permiten interpretar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> El simple uso de textos tradicionales de probabilidad no necesariamente implica que los estudiantes cambien sus decisiones equivocadas en la etapa del proceso de retroalimentación. Las herramientas metacognitivas utilizadas por los estudiantes del segundo grupo fueron decisivas para que detectaran la falacia, y la mayoría que había marcado respuestas equivocadas las cambiaron por otra opción pertinente y acertada. 	Total que responden	Responden a)	Responden b)	Responden c)	20	7 (35%)	8 (40%)	5 (25%)	Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan	10	2 (20%)	1 (10%)	3 (30%)	4 (40%)	Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan	10	6 (60%)	0 (0%)	3 (30%)	1 (10%)
Total que responden	Responden a)	Responden b)	Responden c)																										
20	7 (35%)	8 (40%)	5 (25%)																										
Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan																									
10	2 (20%)	1 (10%)	3 (30%)	4 (40%)																									
Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan																									
10	6 (60%)	0 (0%)	3 (30%)	1 (10%)																									
<p>Tabla 1. Problema 1. “Chevalier de Méré” -falacia de probabilidad en eventos independientes- Fuente. Adaptación de lo propuesto por Campbell (1981)</p>																													

Situación	Análisis de resultados										
<p>El psicólogo alemán Gerd Gigerenzer evaluaba el pensamiento probabilístico de un grupo de ginecólogos expertos. Les planteaba sobre la probabilidad de que una mujer de cierta zona geográfica tuviera cáncer de mama a partir de</p>	<p>Etapa 1°. Simple lectura y marcación de una opción como respuesta.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total que responden</th> <th>marcan a)</th> <th>marcan b)</th> <th>Marcan c)</th> <th>Marcan d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>5 (25%)</td> <td>8 (40%)</td> <td>5 (25%)</td> <td>2 (10%)</td> </tr> </tbody> </table>	Total que responden	marcan a)	marcan b)	Marcan c)	Marcan d)	20	5 (25%)	8 (40%)	5 (25%)	2 (10%)
Total que responden	marcan a)	marcan b)	Marcan c)	Marcan d)							
20	5 (25%)	8 (40%)	5 (25%)	2 (10%)							

<p>un diagnóstico por mamografía, bajo estas condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. la prevalencia en la población es del 1%; 2. si una mujer padece cáncer de mama, la probabilidad de que sea revelado en una mamografía es del 90%; y 3. si la mujer no padece el cáncer de mama, la probabilidad de que sea revelado como positivo en la mamografía es del 9%. Suponga que usted asesora a uno de los ginecólogos, ¿cuál de las siguientes opciones es la más acertada? <ol style="list-style-type: none"> a) No es seguro que tenga cáncer de mama, pero la probabilidad de que lo tenga es del 81%. b) Una probabilidad de 9/10 con mamografías que dan positivos. c) Una probabilidad de 1/10 con mamografías que dan positivos. d) Un 1% <p>La opción correcta es la c). Las consecuencias de este desconocimiento para la relación médico-paciente, produce angustia en las mujeres de la zona.</p>	<p>Etapa 2°.</p> <p>a. Consulta de textos de probabilidad en un proceso de realimentación de respuestas.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total</th> <th>Cambian opción y aciertan</th> <th>Cambian opción pero no aciertan</th> <th>No cambian opción pero aciertan</th> <th>No cambian opción ni aciertan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>3 (30%)</td> <td>2 (20%)</td> <td>1 (10%)</td> <td>4 (40%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. Interacción de herramientas metacognitivas en los procesos de autoevaluación y autovalidación.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total</th> <th>Cambian opción y aciertan</th> <th>Cambian opción pero no aciertan</th> <th>No cambian opción pero aciertan</th> <th>No cambian opción ni aciertan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>7 (70%)</td> <td>0 (0%)</td> <td>2 (20%)</td> <td>1 (10%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los resultados indican dos hechos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El uso de textos tradicionales en el proceso de retroalimentación de soluciones no garantiza que los estudiantes cambien las decisiones equivocadas al comienzo. 2. Las herramientas metacognitivas influyen para que la totalidad de los estudiantes del segundo grupo detectaran la falacia, y la mayoría que se había equivocado al comienzo pudiera modificar por otra opción pertinente y acertada. 	Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan	10	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)	4 (40%)	Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan	10	7 (70%)	0 (0%)	2 (20%)	1 (10%)
Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan																	
10	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)	4 (40%)																	
Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan																	
10	7 (70%)	0 (0%)	2 (20%)	1 (10%)																	
<p>Tabla 2. Problema 2. “Mamografía”-Falacia de correlación coincidente- Fuente. Adaptación de lo propuesto por Bordes (2011)</p>																					

Situación	Análisis de resultados																														
<p>En genética humana, se sabe que ciertos genes "malos" causan defectos o enfermedades paralizantes. Si a' es ese gen, el genotipo aa' no sobrevivirá hasta la edad adulta. Una persona de genotipo Aa' es portadora pero parece normal porque a' es un gen de carácter recesivo. Supongamos que la probabilidad de una portadora entre la población general, independiente del género, es p, donde $0 \leq p \leq 1$. Ahora bien, si una persona tiene un hermano o hermana afectado que murió en la infancia, entonces tiene un historial en la familia y no puede ser tratado genéticamente como un miembro de la población general. La probabilidad de que sea un portador es una condición que se computará de la siguiente manera. Sus padres deben ser portadores, a saber, del genotipo Aa', porque de lo contrario no podrían haber producido un hijo adulto de genotipo aa'. Como cada gen se transmite con probabilidad $1/2$, las probabilidades de que su hijo sea AA' es $1/4$, Aa' es $1/2$ y aa' es $1/4$. Como la persona en cuestión ha sobrevivido, no puede ser aa', por lo que la probabilidad de</p>	<p>Etapa 1°. Simple lectura y marcación de una opción como respuesta:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total que responden</th> <th>marcan a)</th> <th>marcan b)</th> <th>Marcan c)</th> <th>No Marcan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>5 (25%)</td> <td>6 (30%)</td> <td>8 (40%)</td> <td>1 (5%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Etapa 2°.</p> <p>a. Consulta de textos de probabilidad en un proceso de realimentación de respuestas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total</th> <th>Cambian opción y aciertan</th> <th>Cambian opción pero no aciertan</th> <th>No cambian opción pero aciertan</th> <th>No cambian opción ni aciertan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>1 (10%)</td> <td>1 (10%)</td> <td>3 (30%)</td> <td>5 (50%)</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. Interacción de herramientas metacognitivas en los procesos de autoevaluación y autovalidación:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Total</th> <th>Cambian opción y aciertan</th> <th>Cambian opción pero no aciertan</th> <th>No cambian opción pero aciertan</th> <th>No cambian opción ni aciertan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>8 (80%)</td> <td>0 (0%)</td> <td>1 (10%)</td> <td>1 (10%)</td> </tr> </tbody> </table>	Total que responden	marcan a)	marcan b)	Marcan c)	No Marcan	20	5 (25%)	6 (30%)	8 (40%)	1 (5%)	Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan	10	1 (10%)	1 (10%)	3 (30%)	5 (50%)	Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan	10	8 (80%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)
Total que responden	marcan a)	marcan b)	Marcan c)	No Marcan																											
20	5 (25%)	6 (30%)	8 (40%)	1 (5%)																											
Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan																											
10	1 (10%)	1 (10%)	3 (30%)	5 (50%)																											
Total	Cambian opción y aciertan	Cambian opción pero no aciertan	No cambian opción pero aciertan	No cambian opción ni aciertan																											
10	8 (80%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)																											

<p>que sea AA' o Aa' viene dada por $P(AA' AA' \cup Aa') = 1/3$, y $P(Aa' AA' \cup Aa') = 2/3$. Si un hombre H se casa con una mujer M de la que no se sabe si tiene un historial de ese tipo en su familia, entonces ella es de genotipo AA' con probabilidad $1-p$, o de tipo Aa' con probabilidad p por ser de la población general. ¿Cuál de las siguientes opciones tendrá mayor probabilidad?</p> <p>a) que un niño entre sus hijos sobrevivientes sea portador del gen. b) que en la primera descendencia un hijo portador del gen llegue a la adultez. c) es impredecible, pues depende de p.</p> <p>La opción correcta es la a). La distribución de los genotipos para la primera descendencia es: $P1(AA') = (2-p)/3$, $P1(Aa') = (2+p)/6$, $P1(aa') = p/6$. Que un niño sobreviviente sea portador tiene probabilidad $P1(Aa' AA' \cup Aa') = (2+p)/(6-p)$, válida para todo p.</p>	<p>Se pueden inferir dos afirmaciones concluyentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El uso de textos tradicionales para el proceso de realimentación de soluciones por parte de los estudiantes no los hizo cambiar las decisiones que tenían equivocadas por el efecto perturbador de las falacias. 2. El uso de las herramientas metacognitivas fue incidente para que la totalidad de los estudiantes (del segundo grupo) detectaran la falacia, y la mayoría de quienes habían seleccionado una respuesta equivocada la modificaran por otra opción más pertinente.
<p>Tabla 3. Problema 3. “Genética”-falacia por anfibología- Fuente. Adaptación de lo propuesto por Chung (1978)</p>	

CONCLUSIONES

Las conclusiones de la exploración reportada sobre las actividades son las siguientes:

- La formulación de problemas de probabilidad con preguntas capciosas u opacas, promueve en el receptor la emisión de juicios erróneos porque lo hace incurrir en sesgos de razonamiento, creencias subjetivas y empíricas, y situaciones de incertidumbre que le impiden aclarar las ambigüedades del lenguaje y precipitan su inmersión en falacias de probabilidad.
- La manifestación de las falacias inducidas para que el estudiante tome decisiones equivocadas, son promovidas por la relación semántica entre las proposiciones de las premisas y la condición probabilística.
- El proceso de autoevaluación y autovalidación de soluciones a problemas de probabilidad donde se ocultan falacias es más efectivo con el recurso de herramientas metacognitivas que provienen de los mapas conceptuales, pues sirven para detectar la falacia de probabilidad, retractar cualquier respuesta equivocada proferida antes, y encontrar una respuesta plausible o una plena solución cuya pertinencia se pueda validar.

REFERENCIAS

- Bordes, S. M. (2011). Las trampas de Circe: falacias lógicas y argumentación informal (1a. ed.). (Cátedra, Ed.) Madrid, Madrid, España: Ediciones Cátedra.

- Campbell, S. (1981). *Equívocos y falacias, interpretación de estadísticas*. México: Limusa.
- Cañizares, M. J., Estepa, A., Batanero, C., & Vallecillos, A. (2006). Una década de investigaciones del grupo de estadística, probabilidad y combinatoria de la SEIEM. *Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. Tarbiya*, 38(2), 39-60. Recuperado de <http://www.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/tarbiya/38/38.html>
- Chung, K. L. (1978). *Elementary Probability Theory with Stochastic Processes*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Gilovich, T., & Savitsky, D. (2002). Like Goes with Like: The Role of Representativeness in Erroneous and Pseudo-Scientific Beliefs. En T. Gilovich, D. Griffin, y D. Kahneman (Comps.), *Heuristics and Biases*, (pp. 617-624), New York: Cambridge University Press.
- González, F. M., Novak, J. D., & Morón, C. A. (2001). *Errores Conceptuales*. (Eunate, Ed.), Pamplona (España): Dialnet. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=237993>
- Hamblin, C. L. (2004). *Fallacies*. Newports News, Virginia (USA): Vale Press.
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. (1991). *Deduction. Essays in cognitive psychology*. (L. Eribaum, Ed.) Hillsdale, New Jersey: APA-PsycNET.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (2005). Subjective probability: A judgment of representativeness. En D. Kahneman, P. Slovic, y A. Tversky (Comp.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, (pp. 32-47), New York: Cambridge Univ. Press.
- Konold, C. (1989). Informal conceptions of probability. *Cognition and Instruction*, 6, 59-98.
- Lugo, J. G., Huges, E., & Larios I. N. (2017). El razonamiento inferencial en estudiantes universitarios de ciencias sociales. En L. A. Serna, (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 30, (pp. 333-342). México, DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En M. Stone Wiske (Ed.), *La enseñanza para la Comprensión* (pp. 69-92), Buenos Aires: Paidós.
- Polya, G. (1957). How to solve it a new aspect of mathematical method. N. Y.: Double.
- Shoenfeld, A. (Agosto de 1988). Problems in Context. En C. R., & N. C. Mathematics (Ed.), *The teaching and* (p. 10). Reston, VA, USA: National Country Teachers of Mathematics.
- Slovic, P., Fishhoff, B. & Lichtenstein, S. (2005). Facts versus fears: Understanding perceived risk. En D. Kahneman, P. Slovic, & A. Tversky (Comp.), *Judgments under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 463-489). N. Y.: Cambridge University Press.