

# EXPERIENCIAS DEL PROCESO DE AUTOVALIDACIÓN EN UN AMBIENTE VIRTUAL AL RESOLVER SITUACIONES BAJO INCERTIDUMBRE

## EXPERIENCES OF THE SELF-VALIDATION PROCESS IN A VIRTUAL ENVIRONMENT WHEN SOLVING UNCERTAINTY SITUATIONS

Fernando León Parada  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (Colombia)  
profeleonp@gmail.com

### Resumen

Este reporte es parte de una investigación doctoral en curso que explora las actividades de estudiantes de ingeniería cuando buscan estrategias para resolver problemas de índole estocástica en un Ambiente Virtual de Aprendizaje Autorregulado (AVAA); el registro de sus trayectorias reales de aprendizaje sobre mapas conceptuales y árboles de decisión revela algunas tendencias significativas en el proceso de autovalidación de sus soluciones propuestas y, de autocorrección de equivocaciones en los casos de sesgos de razonamiento causados por falacias que fueron inducidas con preguntas capciosas en los enunciados de los problemas. Las distintas interpretaciones semánticas y el determinismo excesivo en el tratamiento de los problemas de probabilidad cedieron el paso a la intuición inferencial durante el proceso de autovalidación.

**Palabras clave:** probabilidad, ambiente virtual de aprendizaje, resolución de problema, autovalidación

### Abstract

This report is part of an ongoing doctoral research that explores the activities of engineering students when looking for strategies to solve stochastic problems in a Virtual Self-Regulated Learning Environment (VSRLE); the record of their real learning trajectories on conceptual maps and decision trees, reveals some significant trends in the process of self-validation of their proposed solutions and of self-correction of mistakes in cases of reasoning biases caused by fallacies that were induced with problem statements having trick questions. The different semantic interpretations and excessive determinism in the treatment of probability problems gave way to inferential intuition during the process of self-validation

**Key words:** probability, virtual learning environment, problem solving, self-validation

## ■ Introducción

El presente reporte es parte de una investigación doctoral en curso que muestra indicios exploratorios con estudiantes de ingeniería cuando sus respuestas equivocadas por causa de falacias de probabilidad logran autocorregirlas mediante la construcción de mapas conceptuales que son facilitados por un medio virtual que los encamina en el proceso de autovalidación. Se trata de una exploración que desarrolla una metodología mixta; inicia planteando problemas de probabilidad con preguntas capciosas y facilitando en un ambiente virtual la construcción de esquemas conceptuales, como herramienta metacognitiva, para buscar implicaciones en el proceso de autovalidación. Las unidades de análisis en la exploración fueron las acciones de los estudiantes de ingeniería que respondieron cuatro situaciones problemáticas bajo condiciones de incertidumbre.

La primera estrategia metodológica fue la de plantearles los problemas con preguntas capciosas de modo que a los estudiantes se les indujera en falacias de probabilidad para hacer que cometieran decisiones equivocadas, y a partir de estas conductas previas, motivar el inicio de los procesos de autovalidación para cada uno de ellos. Las falacias son estructuras sintácticas que contienen ambigüedades en el lenguaje; una pregunta capciosa puede despertar alguna interpretación distinta en el receptor si éste es influenciado por falsas creencias, o por ignorancias, que desvirtúen el significado del enunciado. “En la lógica tradicional, si se presenta 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).

La segunda estrategia metodológica fue brindarle al estudiante en cada problema, un arquetipo de esquema y un menú de contenidos teóricos tales como conceptos de probabilidad, fórmulas matemáticas, gráficos, etc., para que, con el ‘arrastre’ de los considerados por él como pertinentes, de modo autónomo, los colocara dentro de las cajas vacías de texto del esquema, conectara estas cajas o nodos con arcos dirigidos y términos que formaran frases coherentes, y desde un nodo final del esquema o mapa conceptual hiciera la implicación de una solución, entre varias opciones sugeridas, que fuera relevante al problema planteado; en cada problema la solución relevante se estableció previamente por el administrador de contenidos quien fue responsable de la certeza de esa solución.

El problema de esta investigación tiene origen en la pregunta investigativa: ¿qué efecto tiene el uso de los mapas conceptuales en el proceso de autovalidación de soluciones de problemas sobre probabilidad propuestos con preguntas capciosas a los estudiantes de ingeniería?

El objetivo propuesto es describir resultados exploratorios de una forma de auto-instrucción que potencia el momento de autovalidación de respuestas sin necesidad de acudir a agentes externos al entorno virtual. Los resultados de esta exploración nos mostraron esquemas o mapas de los estudiantes en los que no todas las conexiones textuales que ligaban los nodos formaban frases gramaticalmente bien construidas; en otros, se dejaron por fuera conceptos claves, o incluyeron algunos contenidos que no tenían relación alguna con la problemática planteada; no obstante, la deficiente *coherencia* entre los nodos ligados y las fallas en la *pertinencia* de los contenidos, hubo significativa *relevancia* de las soluciones acertadas a los problemas planteados en la mayoría de los esquemas o mapas conceptuales desarrollados por los estudiantes, en la sección de resultados se muestran cuatro ejemplos.

## ■ Marco teórico

El marco teórico de esta fase de exploración investigativa se delimita desde varios acercamientos provenientes de distintos campos tales como la implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje Autorregulado (AVAA), los sesgos de razonamiento como prejuicios cognitivos, la competencia de resolución de problemas de probabilidad, el análisis didáctico de las trayectorias de aprendizaje, y el uso de la herramienta metacognitiva del esquema o del mapa conceptual. Para la creación del AVAA se tuvo en cuenta la metodología que consta de cinco etapas: análisis,

diseño, desarrollo, evaluación y administración (Mendoza y Galvis, 1999); los módulos de diseño instruccional del AVAA fueron articulados en un sistema dotado de comandos para la ejecución de funciones como el ‘arrastre’ y ‘conexión’ de contenidos textuales declarativos y gráficos extraíbles de un repositorio por medio de íconos en un menú de ayudas para facilitar la conformación de esquemas o de mapas conceptuales de representación virtual. El AVAA incluyó elementos metacognitivos de autoaprendizaje como los arquetipos de mapas conceptuales que sirven para abordar los contenidos declarativos (González, Novak y Morón, 2001).

La aplicación de los conceptos de la probabilidad tuvo en cuenta experiencias investigativas sobre el desarrollo cognitivo de la intuición probabilística en la adolescencia (Batanero, 2005), y en la edad adulta (Batanero, Contreras, y Díaz, 2012). También se consultó el trabajo investigativo de Fischbein (1975) relacionado con las intuiciones que se desarrollan en función de lo que mejora la capacidad para extrapolar y activar los mecanismos de inferencia lógica, en la misma medida en que se puedan condensar en hábitos mentales. El hecho de las frecuentes equivocaciones de los estudiantes que enfrentan problemas de probabilidad corrobora que en más del 90% de los casos incurren en dilemas y contradicciones al recurrir a la intuición inferencial, o sea al tipo de intuición que se basa en procesos previamente analíticos que se vuelven automáticos para el sujeto (Pretz & Tetz, 2007); la aplicación del proceso heurístico de resolución de problemas mediante inferencias a partir de la intuición, más allá del uso de las técnicas y herramientas matemáticas de la probabilidad, es un obstáculo que desvía la atención hacia respuestas incorrectas, precisamente por impulsar al sujeto a saltarse los pasos lógicos e intuitivamente apostarle a una conclusión.

El análisis didáctico sobre la resolución de problemas estuvo relacionado con los mecanismos propios del proceso de autovalidación, entendido como aquel proceso por el cual un estudiante accede por sí mismo a alguna información que le asegure la validez o la decisión acertada sobre un problema (Balacheff, 1987). Se tuvo en cuenta la distinción entre los dos tipos de trayectorias de aprendizaje; la primera es la trayectoria hipotética compuesta por el objetivo de aprendizaje, las actividades de aprendizaje, y el proceso de aprendizaje hipotético que consiste en una predicción acerca de cómo evolucionarán el pensamiento y la comprensión de los estudiantes en el contexto de las actividades de aprendizaje; y la segunda, es la trayectoria real, o factual, de aprendizaje que se identifica por ser específica durante y después que un estudiante ha progresado a través de un camino o un tipo de aprendizaje, lo que hace de este tipo de trayectoria real de aprendizaje un fenómeno que no se puede saber de antemano (Simon, 1995).

### ■ Metodología/desarrollo de algunos ejemplos

La exploración de conocimientos existentes para apoyar las alternativas propuestas en la investigación es la décima fase de una metodología mixta, de un total de quince (15) fases, comprendida en el ciclo de investigación de la ciencia del diseño (Alturki, Gable, Bandara, Gregor, 2012). La metodología estuvo centrada en descubrir rasgos de la autorregulación en el aprendizaje según las dimensiones psicológicas de Zimmerman (1998) dentro de las cuales se desarrollan los subprocesos de autoinstrucción, autocontrol, autoevaluación, autoverificación, autocontrastación, autocorrección, autojustificación, y autovalidación.

La focalización se hizo en las trayectorias factuales de autoaprendizaje de 20 estudiantes de ingeniería, tomados aleatoriamente de la población de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital de Bogotá, de carácter público; cada estudiante enfrentó la resolución de cuatro tipos de problemas de probabilidad cada uno en una sesión de media hora. La estrategia metodológica consistió en plantearles las situaciones de incertidumbre con enunciados que ocultaban falacias de probabilidad; la intención de provocarles sesgos de razonamiento se hizo para incentivarlos luego a que ellos mismos se percataran de sus respuestas equivocadas y se sintieran motivados por salir de sus dilemas con la ayuda de mapas conceptuales que debían construir interactivamente en un Ambiente Virtual de Autoaprendizaje Autorregulado (AVAA), provisto de ayudas para el manejo de comandos sencillos de “arrastre” y de “conexión” de herramientas teóricas disponibles en un repositorio como medio a través del cual, de modo autónomo, se llevó a cabo la construcción de diversas configuraciones de esquemas y mapas conceptuales

para el proceso de autovalidación de soluciones relevantes a los problemas planteados.

Hubo diversas representaciones desarrolladas por los estudiantes en el estudio exploratorio; a continuación, se ilustran como ejemplo siete (7) de ellas que fueron desarrolladas por los estudiantes al resolver cuatro (4) tipos de situaciones problemáticas. El primero tipo tiene tres casos donde se oculta la falacia de la conjunción.

### Situación 1

Un profesor, que no llevaba registro de asistencias a su clase, envió por e-mail una tarea para que la hicieran sus estudiantes y sobre ella hizo un Quiz en la siguiente clase.

*Caso 1.* Si un estudiante aprueba el Quiz, ¿cuál de estos dos hechos pudo haber sido más probable en su conducta antes de presentar la prueba?

Evento A: haber ‘Asistido a clase’

Evento  $A \cap H$ : haber ‘Asistido a clase’ y haber ‘Hecho bien la tarea’.



Figura 1: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 12 de feb. 2018. Creación propia.

*Caso 2.* Si un estudiante reprueba el Quiz, ¿cuál de estos dos hechos pudo haber sido más probable en su conducta antes de presentar la prueba?

Evento A': No haber ‘Asistido a clase’

Evento  $A' \cup H'$ : No haber ‘Asistido a clase’ o no haber ‘Hecho bien la tarea’.

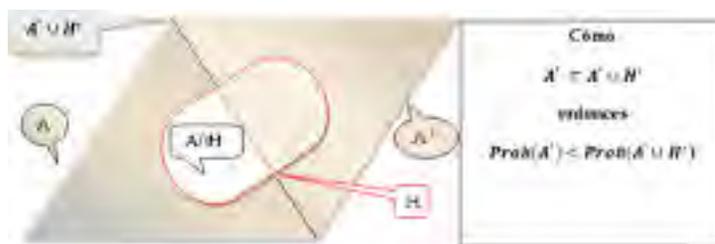


Figura 2: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 13 de feb. 2018. Creación propia.

Caso 3. Si un estudiante reprueba el Quiz, ¿cuál de estos dos hechos pudo haber sido más probable en su conducta antes de presentar la prueba?

Evento A': No haber 'Asistido a clase'

Evento A' ∩ H': No haber 'Asistido a clase' ni haber 'Hecho bien la tarea'.

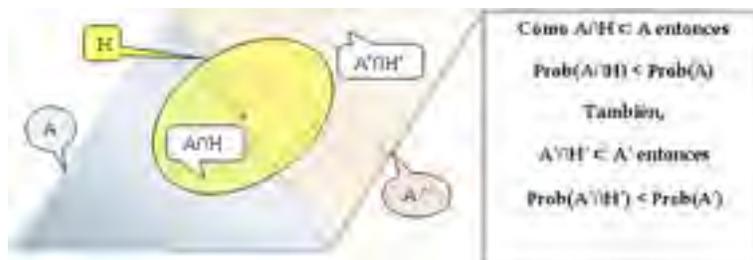


Figura 3: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 14 de feb. 2018. Creación propia.

El siguiente tipo de situación tiene dos casos donde se oculta la falacia de la probabilidad condicional.

**Situación 2**

Un sistema cibernético programa el vuelo de 'drones' que tienen mayor la probabilidad de 'Despegar a tiempo' (D) que la de 'Aterrizar a tiempo' (A).

Caso 1. En condiciones favorables para los vuelos, ¿cuál de estos dos hechos pudo haber sido más probable?

Evento D|A: haber 'Despegado a tiempo' cuando ha 'Aterrizado a tiempo'

Evento A|D: 'Aterrizar a tiempo' cuando ha 'Despegado a tiempo'.

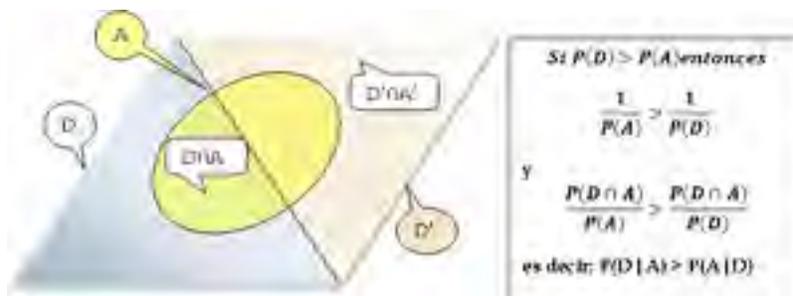


Figura 4: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 15 de feb. 2018. Creación propia.

Caso 2. En condiciones desfavorables para los vuelos, ¿cuál de estos dos hechos pudo haber sido más probable?

Evento A|D: ‘Aterrizar retrasado’ cuando ha ‘Despegado tarde’

Evento D|A: haber ‘Despegado tarde’ cuando ‘Aterrizo tarde’.

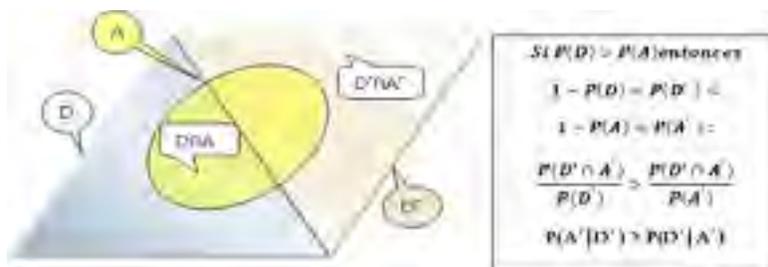


Figura 5: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 16 de feb. 2018. Creación propia.

El siguiente tipo de situación oculta la falacia de *Descuido* sobre eventos conjuntos dependientes.

### Situación 3

Las ‘bases piratas’ son plataformas terrestres que detectan drones y les disparan misiles para destruirlos en pleno vuelo. Un grupo de ingenieros ha diseñado tres tipos de drones con antimisiles para eliminar ‘bases piratas’: *Tri-drones* de tres cañones, *Cuadri-drones* de cuatro cañones, y *Penta-drones* de cinco cañones. Si un dron detecta una ‘base pirata’ le dispara simultáneamente sus misiles a través de cañones conectados a un nodo central de su estructura. La probabilidad de dar en el blanco de cada antimisil depende del tipo de dron desde el cual sea accionado: 25% si es desde el *Tri-dron*, 20% si es desde el *Cuadri-dron*, y 19% si es desde el *Penta-dron*.

Una misión enviará un dron de cada tipo por cada una de tres rutas donde se colocan al azar ‘bases piratas’: el *Tri-dron* irá por la ruta donde estarán tres ‘bases piratas’, el *Cuadri-dron* por la ruta de cuatro ‘bases piratas’, y el *Penta-dron* por la ruta de cinco ‘bases piratas’.

¿Cuál tipo de dron tendrá mayor éxito, y porqué, en eliminar las ‘bases piratas’ en su ruta y culminar su misión de recorrido, el *Tri-dron*, el *Cuadri-dron*, o el *Penta-dron*?

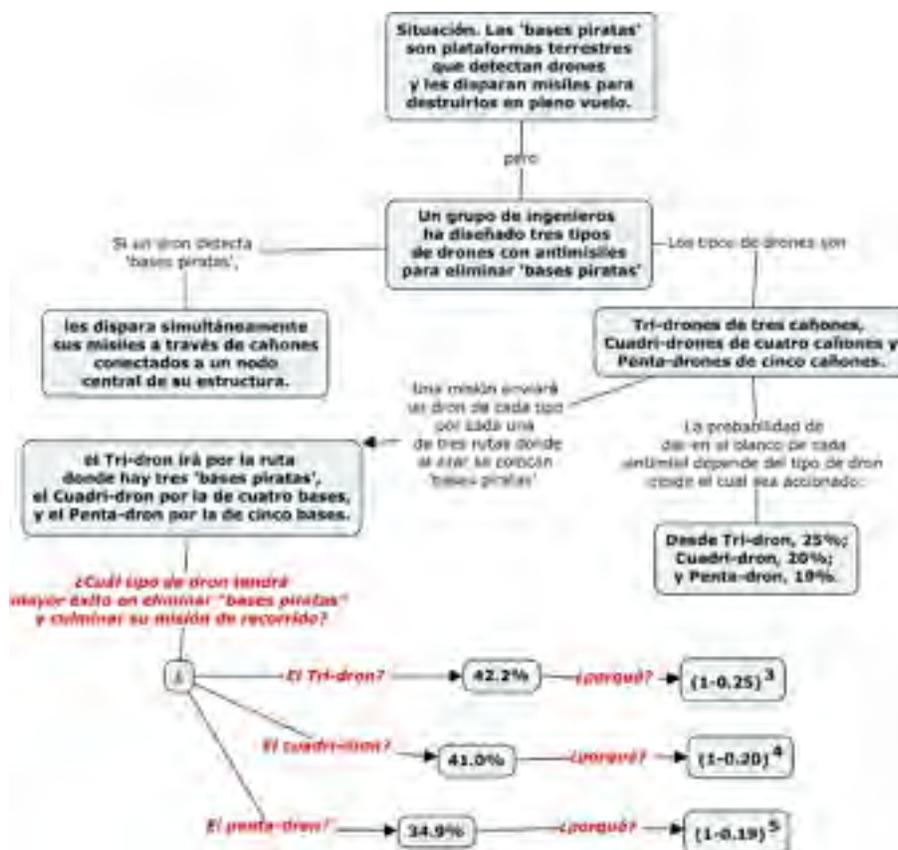


Figura 6: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 19 de feb. 2018. Creación propia.

El siguiente tipo de situación oculta la falacia “del jugador”, o la falacia de “confianza excesiva”.

#### Situación 4

En cierto casino un jugador observaba una ruleta que se detenía al azar en una de sus celdas; cada celda estaba pintada de uno de dos colores: ‘negro’, o ‘rojo’. Había igual cantidad de celdas de cada color y se garantizaba la ruleta sin defectos.

El jugador, al ver que después de cinco veces consecutivas la ruleta solo se detenía en el color ‘negro’ apostó solo al color ‘rojo’ pero perdió en cada una de las tres veces siguientes y resultó quedando con un solo ‘centavo’; ¿cuál de las siguientes situaciones realizará con el ‘centavo’?:

- ¿lo apostará otra vez al ‘rojo’?, ¿por qué?
- ¿lo apostará ahora al ‘negro’?, ¿por qué?
- ¿dejará de apostar?, ¿por qué?

Un estudiante configuró el siguiente esquema, pero no contestó en los nodos finales.

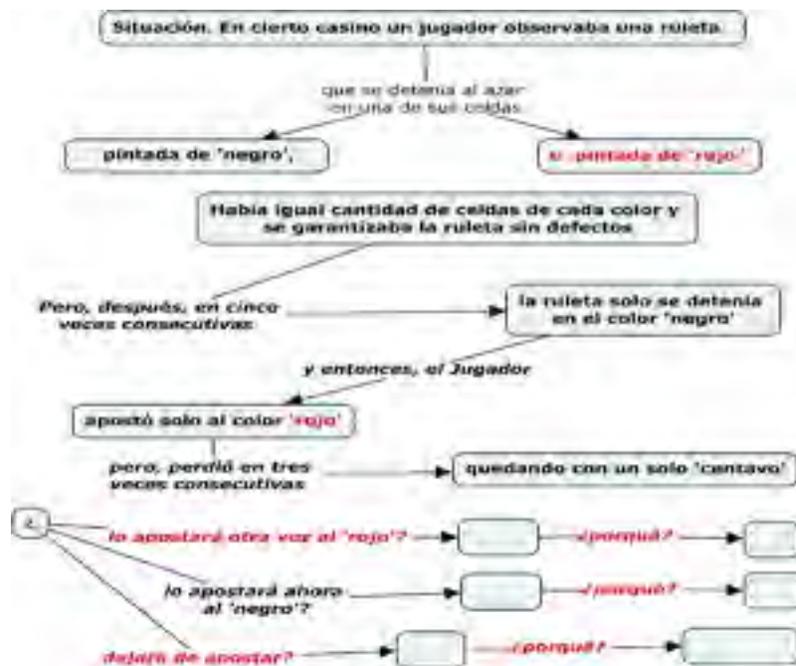


Figura 7: Captura de pantalla del mapa conceptual en el PC de un estudiante de ingeniería participante en el estudio exploratorio de una tesis doctoral; 20 de feb. 2018. Creación propia.

### ■ Análisis de resultados/implicaciones

El análisis de la exploración con los estudiantes se sintetiza en los siguientes resultados parciales:

- 1) Se comprobó que los estudiantes de ingeniería son propensos a sesgos de razonamiento cuando son sensibles a la perturbación del uso de preguntas capciosas en situaciones problemáticas bajo incertidumbre.
- 2) Se reconoció que el estudiante al momento de haber construido su mapa conceptual flexibiliza sus acciones para la auto-corrección de errores de decisión como una forma de autorregulación del aprendizaje aprovechando las condiciones y los recursos del entorno virtual.
- 3) Se identificaron algunos elementos en el desarrollo del proceso de autorregulación del aprendizaje durante los momentos en que el estudiante, de modo autónomo, organizaba los recursos provistos por el ambiente virtual para culminar adecuadamente el proceso de autovalidación con una solución relevante al problema que se le había planteado.

### ■ Conclusiones

Las conclusiones correspondientes a los resultados parciales fueron las siguientes:

- 1) Se verificó la hipótesis acerca de que las personas son propensas a la confianza excesiva en las creencias y, en consecuencia, generan sesgos de razonamiento que distorsionan sistemáticamente los juicios y las decisiones (Dunlosky & Metcalfe, 2009).

- 2) Se comprobó que los mapas en el AVAA, además de actuar como recursos gráficos facilitando la representación jerárquica de conceptos y proposiciones, se constituyeron en herramientas claves para el diagnóstico y el manejo auto-correctivo de errores conceptuales por parte de los estudiantes.
- 3) Se dio alcance a la meta objetiva sobre el desarrollo de la autorregulación del aprendizaje a través del AVAA en los momentos en que los estudiantes interactuaron, de modo autónomo, en el proceso de autovalidación de soluciones relevantes a los problemas, toda vez que éstos les fueron planteados con preguntas capciosas.

### ■ Referencias bibliográficas

- Alturki, A., Gable, G., Bandara, W., Gregor, S. (2012). Validating the design science research roadmap: through the lens of the idealised model for theory development. *Pacis 2012, Proceedings. Paper 2*. Recuperado de <http://aisel.aisnet.org/pacis2012/2>
- Balacheff, N. (1987). Processus de preuve et situations de validation. *Educational Studies in Mathematics*, 18(2), 147-76.
- Batanero, C. (2005). Significados de la probabilidad en la educación secundaria. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(003), 247-263.
- Batanero, C., Contreras, J. M., y Diaz, C. (Marzo-Agosto de 2012). Sesgos en el razonamiento sobre probabilidad condicional e implicaciones para la enseñanza. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 1-27.
- Dunlosky, J., & Metcalfe, J. (2009). *Metacognition* (primera ed.). Los Angeles, California, USA: SAGE.
- Fischbein, E. (1975). *The Intuitive sources of Probabilistic Thinking in Children* (1a. ed.). Dordrecht, Netherlands: Reidel.
- González, F. M., Novak, J. D., y Morón, C. A. (2001). Errores conceptuales, diagnosis, tratamiento y reflexiones. Pamplona, España: Eunate. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=237993>
- Hamblin, C. L. (1970/2004). *Fallacies*. Newport News, Virginia, USA: Vale Press. (Obra original publicada en Londres: Methuen, 1970).
- Mendoza, P. B., y Galvis, A. P. (1999). Ambientes virtuales de aprendizaje: una metodología para su creación. (LIDIE, Ed.). *Informática Educativa*, 12(2), 295-317.
- Pretz, J. E., & Totz, K. S. (2007). Measuring individual differences in affective, heuristic, and holistic intuition. *Personality and Individual Differences*, 43(5), 1247-1257.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Zimmerman, B. J. (1998). Academic studying and the development of personal skill: a self-regulatory perspective. *Educational Psychologist*, 33(2/3), 73-86.