

# Identificación de precurrentes para el pensamiento estadístico y probabilístico en niños de primaria a través del mapeo conceptual

## Identification of precursors for statistical and probabilistic thinking in elementary school children through conceptual mapping

Jazmine Escobar - Pérez<sup>1</sup>, Aura Nidia Herrera Rojas<sup>1</sup> y María Magdalena Gea<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Colombia

<sup>2</sup> Universidad de Granada, España

### Resumen

La educación estadística se ha incluido en el currículo desde los primeros años de educación básica primaria, pero no es fácil lograr la apropiación de sus conceptos. Un aspecto que puede estar relacionado con esta dificultad es la ausencia de precurrentes, es decir, de los conocimientos previos necesarios para aprehender cada concepto. El objetivo de la presente investigación es identificarlos a través del mapeo conceptual, una metodología mixta que guía el proceso para establecerlos a partir del conocimiento experto de los maestros, pues son ellos quienes se tienen que enfrentar cotidianamente a dichas dificultades. Como resultado, se encontraron seis grupos de precurrentes necesarios para la adquisición del pensamiento estadístico y probabilístico.

**Palabras clave:** Precurrentes, pensamiento estadístico y probabilístico, mapeo conceptual.

### Abstract

Statistical education has been included in the curriculum since the first years of elementary education, but it has not been easy to achieve the appropriation of its concepts. One aspect that may be related to this difficulty is the absence of precursors, that is to say, of the previous knowledge necessary to apprehend each concept. The objective of the present investigation is to identify them through conceptual mapping, a mixed methodology that guides the process to establish them, basing on the expert knowledge of teachers, since they are those who face these difficulties in a daily work. As a result, six groups of necessary precursors for the acquisition of statistic and probabilistic thinking were found.

**Keywords:** Precursors, statistical and probabilistic thinking, conceptual mapping.

## 1. Introducción

La pregunta que se hacen tanto docentes como diseñadores de currículos es ¿cómo organizar los temas para que los estudiantes puedan contar con las bases que se requieren para lograr aprehender los contenidos?

La identificación de estos conocimientos previos para el pensamiento estadístico y probabilístico no es tarea fácil porque, de una parte, incluyen conceptos que son contrafactuals y generan intuiciones erradas y, de otra parte, requieren del manejo de aspectos matemáticos, como proporciones y porcentajes, que también se constituyen en conocimientos previos necesarios (Batanero, Godino, Green, Holmes y Vallecillos, 1994; Garfield y Alhgren, 1988). Por lo tanto, el problema requiere de una respuesta que se base en información pertinente y oportuna sobre los conocimientos previos que constituyen las bases cognitivas requeridas.

---

Escobar-Pérez, J., Nidia, A. y Gea, M. M. (2019). Identificación de precurrentes para el pensamiento estadístico y probabilístico en niños de primaria a través de la estrategia del mapeo conceptual. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en [www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html](http://www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html)

La presente investigación tiene como objetivo identificar los precurrentes del pensamiento estadístico y probabilístico en niños de primaria básica a través de un procedimiento sistemático como es el mapeo conceptual, que nos permitirá establecer los grupos de precurrentes necesarios para la adquisición del pensamiento estadístico y probabilístico a partir de la información aportada por maestros expertos de primaria básica.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Pensamiento estadístico**

En la literatura sobre pensamiento estadístico encontramos investigaciones referidas, tanto al diseño de modelos que expliquen el desarrollo del pensamiento estadístico, desde un enfoque interpretativo, como investigaciones orientadas al diseño de instrumentos de evaluación del nivel de razonamiento que poseen los estudiantes en torno a estadística y probabilidad.

Algunos autores diferencian entre pensamiento y el razonamiento estadísticos, que no son procesos mutuamente excluyentes, estando el pensamiento estadístico en un nivel superior, que se diferencia en que utiliza el contexto a la hora de entender el problema y resolverlo (Wild y Pfannkuch, 1999). En este sentido, delMas (2004) propone que el razonamiento y el pensamiento estadístico se pueden diferenciar básicamente por la naturaleza de la tarea, más que por el contenido. Desde esta perspectiva, hay razonamiento estadístico cuando la tarea implica dar razón del por qué se seleccionó determinado procedimiento, o por qué un proceso determinado produce cierto tipo de datos. En otras palabras, el razonamiento estadístico implica entender y ser capaz de explicar los procesos estadísticos y estar en capacidad de interpretar completamente los resultados (Ben-Zvi y Garfield, 2004).

El pensamiento estadístico se entiende por algunos investigadores como una forma de cognición en la que las personas dan sentido a los datos y a la información que aportan, e incluye comprender y usar el contexto del que provienen los datos (Chance, 2002; Garfield y Ben-Zvi, 2004; Wild y Pfannkuch, 1999). Como explica Chance (2002), los únicos elementos del pensamiento estadístico que van más allá del razonamiento estadístico son: la habilidad para ver el proceso como un todo, la posibilidad de entender las relaciones y el significado de los procesos de variación, y la capacidad para hacer preguntas que van más allá de la tarea inicial.

En la actualidad, se destaca el modelo de pensamiento estadístico definido por Wild y Pfannkuch (1999), donde se considera que el razonamiento estadístico se compone de cuatro dimensiones que se interrelacionan en un estudio estadístico. La primera dimensión se refiere a la planificación de la investigación, que se describe como un ciclo investigativo (problema, plan, datos, análisis y conclusión). La segunda dimensión se refiere a los diferentes tipos de pensamiento implicados en un estudio, como son: la necesidad de disponer de información válida para analizar; la transnumeración (cambio de representaciones para extraer nueva información de los datos); la consideración de la variación en los datos (la variación en los datos implica describir patrones acerca de su variación y tratar de comprender los datos en relación al contexto del que son obtenidos); el razonamiento con modelos estadísticos (desde los simples, como tablas y gráficos, a los complejos); y la integración de la estadística y el contexto. La tercera dimensión se describe como un ciclo interrogativo que se genera al interpretar los

resultados en el proceso de estudio (generar, buscar, interpretar, criticar y juzgar). Y la cuarta dimensión se refiere a la disposición del sujeto ante el proceso de estudio, como puede ser el escepticismo, perseverancia, compromiso o imaginación, entre otras.

Respecto a la diferencia entre pensamiento estadístico y pensamiento probabilístico, el pensamiento probabilístico se define como la forma en que se razona con las ideas de probabilidad de manera que la información probabilística adquiera un sentido (delMas, 2004). Esto implica estimar probabilidades y tener una apreciación de cuándo se pueden utilizar probabilidades subjetivas (Jolliffe, 2005).

En cuanto a las evaluaciones del pensamiento estadístico, destacamos la investigación desarrollada por Garfield (2003), quien diseñó y validó un test de 20 preguntas de respuesta múltiple para medir el razonamiento estadístico en estudiantes de preparatoria. Otros antecedentes importantes son: CAOS, una prueba que consta de 40 ítems de selección múltiple diseñados para medir los conceptos y el aprendizaje de estudiantes que reciben un curso introductorio en estadística (delMas, Garfield, Ooms y Chance, 2007), y ARTIST (Assessment Resource Tool for Improving Statistical Thinking), un proyecto que tiene como objetivo evaluar el pensamiento estadístico mediante pruebas tradicionales mejoradas de selección múltiple y respuesta corta (Garfield y delMas, 2010). La primera aproximación ofrece un marco interpretativo del desarrollo del pensamiento estadístico, mientras que la segunda permite estimar el nivel de aprendizaje que se ha obtenido.

## **2.2. Desarrollo del pensamiento estadístico en los niños**

La investigación sobre desarrollo del pensamiento estadístico en los niños es muy abundante e inicialmente se centró en la probabilidad con los estudios de Piaget e Inhelder y Fischbein. Realizamos en esta sección un resumen muy breve basándonos en la síntesis de Batanero (2013) y Sánchez y Batanero (2011).

Piaget e Inhelder (1951) defendieron que los niños concebirían el azar como resultado de la interferencia y combinación de una serie de causas, que actuando independientemente producirían un resultado inesperado. En consecuencia, pensaron que hasta que el niño no comprende la idea de causa, no tiene un marco de referencia para identificar los fenómenos aleatorios. Partiendo de este supuesto analizan el comportamiento de los niños ante diferentes tareas y describen sus estrategias siguiendo su teoría de etapas de aprendizaje. Esta investigación es discutida por Fischbein (1975) que concede un gran papel a las intuiciones y defiende la necesidad de enseñanza de la probabilidad desde la infancia.

En la investigación posterior encontramos diferentes modelos que describen componentes generales del pensamiento estadístico, como se describe en Jones et al. (2000), quienes diseñaron un modelo secuencial aplicado a niños de primer a quinto grado basado en cuatro niveles de pensamiento (idiosincrático, de transición, cuantitativo y analítico) y cuatro constructos claves para el análisis estadístico (Describir los datos, Organizar y reducir los datos, Representar los datos y Analizar e interpretar los datos).

Sánchez y Batanero (2011) resumen otros trabajos que analizan la comprensión de los niños de diferentes edades de los gráficos estadísticos, medidas de posición central y dispersión.

Según Koschat (2005), es necesario considerar los aspectos fundamentales para la construcción de una tabla, como son: la elección de las filas y columnas que la componen, la disposición de la información en dichas filas y columnas, la presentación de los datos según el tipo de número utilizado y el uso de elementos gráficos simples para estructurar su presentación. En cuanto a la representación gráfica, además de los convenios estructurales referidos a cada gráfico, se distinguen diferentes niveles de lectura en un gráfico como son (Curcio, 1989; Friel, Curcio y Bright, 2001): su lectura literal (*leer los datos*); la lectura de información que no viene directamente representada en el mismo, lo que implica realizar operaciones o comparaciones para obtenerla (*leer dentro de los datos*); obtener información mediante inferencias (*leer más allá de los datos*); y la valoración crítica de la recogida y tratamiento de la información (*leer detrás de los datos*).

La organización de la información en forma de tabla o gráfico es un aspecto importante a considerar en cuanto al razonamiento estadístico pues, en el caso de una tabla estadística, se ofrece una estructuración del espacio específica, donde se muestran no sólo números, sino toda la diversidad de relaciones que entre ellos es posible realizar (Ortiz, 1999).

En el cálculo e interpretación de estadísticos, la enseñanza en las primeras edades se centra fundamentalmente en torno al concepto de promedio y la variabilidad en los datos se suele desarrollar de modo muy elemental, principalmente, en torno al rango o extremos de la variable de estudio y no tanto en relación a la interpretación de un promedio. La investigación nos muestra el limitado significado que poseen los estudiantes en torno al cálculo e interpretación de promedios pues, generalmente, asocian el concepto con su cálculo. En este sentido, es importante enfrentar al estudiante a diferente tipo de problemáticas de donde emerge el concepto como es: la estimación de una cantidad desconocida en presencia de errores de medida, la obtención de una cantidad equitativa ante un reparto uniforme, como medida representativa en un conjunto de datos o como valor esperado (Batanero, 2000).

### 2.3. La jerarquía de atributos

Una opción que se suma a los modelos de pensamiento estadístico descritos en la sección anterior son los modelos de diagnóstico cognitivo, que surgieron de la integración de los avances de la psicología cognitiva con la psicometría. Estos modelos surgen como respuesta a la necesidad de hacer evaluaciones más precisas y más coherentes con los objetivos de aprendizaje. Su propósito fundamental es identificar fortalezas y debilidades para hacer inferencias acerca de las habilidades de las personas en la resolución de diversas situaciones (Artavia-Medrano, 2015) y brindan un marco interpretativo que, a su vez, da información sobre la adquisición de aprendizajes.

Dentro de los modelos de diagnóstico cognitivo, en la presente investigación se privilegia el modelo jerárquico de atributos, dada la complejidad ascendente que tienen los problemas de estadística y probabilidad. El método de jerarquía de atributos (o *Attribute Hierarchy Method*, AHM) se basa, al igual que otros modelos de diagnóstico cognitivo, en el supuesto de que el desempeño en una prueba depende de un grupo de habilidades y competencias específicas denominadas atributos, entendidos como:

Una descripción del conocimiento declarativo o procedimental necesario para realizar una tarea en un dominio específico. Sin embargo, un atributo no es una estrategia. Los atributos proveen los ladrillos para construir las estrategias. Además, el grupo de atributos organizados en una

estrategia funciona momentáneamente con el rol de resolver problemas, pero no necesariamente permanecen agrupados como una estrategia (Leighton, Gierl y Hunka, 2002).

En el modelo jerárquico, un precurrente se define como un atributo que se requiere para poder adquirir otro atributo. De hecho, afirmar que un atributo *A* es precurrente o prerequisite de un atributo *B* implica que se espera que un sujeto tenga el atributo *B* sólo si presenta también el atributo *A* (Leighton, Gierl y Hunka, 2002).

Los precurrentes a su vez conforman el modelo jerárquico que describe la cognición que subyace a las respuestas que un estudiante da ante una tarea particular.

### **3. La estadística en el currículo colombiano**

En la actualidad, la estadística y probabilidad se han incorporado en el currículo de la mayoría de países desde las primeras edades. Este hecho ha supuesto un avance en la didáctica de la estadística y probabilidad, pues se ha visto enriquecida por la amplia problemática de investigación que es abordada. Nos centramos en nuestro trabajo en la agenda de investigación que tiene por objeto caracterizar el razonamiento de los niños en las primeras edades sobre estadística y probabilidad.

En el tratamiento de la información en las primeras edades podemos establecer dos focos de interés en la enseñanza de la estadística, como es: 1) la recogida, organización y representación de la información mediante tablas y gráficos y 2) la obtención de resúmenes estadísticos. El manejo de estos contenidos implica enfrentarse y resolver diferentes situaciones del entorno, por lo que se espera que el estudiante sea capaz de plantear interrogantes sobre la diversidad de contextos (personal, ocupacional, científico, etc.) que se encuentra en su día a día y que pueda responderlos mediante la recogida de información (Sánchez y Batanero, 2011).

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia promulgó los estándares generales para la educación, que se constituyen en orientadores del diseño del currículo, la producción de textos y materiales escolares, el diseño de prácticas evaluativas y la formación de profesores. Dentro de los estándares se encuentran los de matemáticas, divididos en cinco tipos de pensamiento: pensamiento numérico y sistemas numéricos, pensamiento espacial y sistemas geométricos, pensamiento métrico y sistemas de medidas, pensamiento variacional y sistemas algebraicos y, finalmente, pensamiento aleatorio y sistemas de datos.

Los estándares para la primaria están divididos en dos niveles en donde se contempla la enseñanza de la matemática: de primer a tercer grado y de cuarto a quinto grado. Respecto a pensamiento aleatorio, en el primer nivel el estudiante debe explicar desde la propia experiencia la posibilidad o imposibilidad de eventos cotidianos, mientras que para el segundo nivel se requiere conjeturar y poner a prueba predicciones acerca de la posibilidad de ocurrencia de eventos. Ahora bien, respecto a sistemas de datos, para el primer nivel se incluye clasificar y presentar datos en tablas, pictogramas y diagramas de barras, interpretar cualitativamente datos del entorno escolar, identificar tendencias y regularidades a partir de un conjunto de datos y formular y resolver preguntas que requieren analizar datos del contexto; en el segundo nivel, además de lo anterior se espera que los estudiantes estén en capacidad de interpretar y comparar información presentada en tablas y gráficos (de barras, de líneas, circulares y pictogramas) y usar e interpretar la media y la mediana y sus relaciones (MEN, 2006).

El tratamiento del azar y la probabilidad en las primeras edades se basa, generalmente, en comprobar la ocurrencia de posibles resultados o conjeturas desde la experiencia del estudiante, mientras que el cálculo de probabilidades se introduce de manera gradual en los últimos años de educación primaria. Como explica Batanero (2013), es importante que los estudiantes adquieran intuiciones correctas en este campo más que en ningún otro, dado que las ideas en azar y probabilidad no siempre están ligadas a la experiencia directa del niño y, por tanto, implica que trate ideas abstractas. Un ejemplo que propone la autora se refiere a las experiencias concretas que llevan a cabo los niños en el estudio de las operaciones aritméticas con números naturales pues, si operamos con cantidades en torno a la suma, resta, multiplicación o división, podemos manipular o simular fenómenos para reproducir un resultado específico, mientras que en un experimento aleatorio está ausente esta propiedad de reversibilidad.

Batanero (2004) describe las ideas fundamentales que aparecen en la mayor parte de las situaciones aleatorias, incluidos los juegos de azar, a partir de las propuestas por Heitele (1975). Se caracterizan por su carácter contraintuitivo, por lo que no podemos esperar una correcta comprensión de ellas si no se prepara una base intuitiva de probabilidad desde edades tempranas. Se destacan, entre otras, el razonamiento combinatorio, que contribuye a la determinación del espacio muestral; el razonamiento sobre muestreo, que se aplica cuando se estudian experiencias particulares de un experimento o parte de los elementos de una población para establecer conclusiones; la equidistribución, pues la simetría física permite asociar igualdad de probabilidad en los resultados de un experimento y aplicar la regla de Laplace.

#### **4. Método**

El presente estudio corresponde a la primera fase de un proyecto de investigación que tiene como objetivo evaluar los precurrentes que requieren los niños para adquirir los conocimientos en estadística y probabilidad incluidos en el currículo colombiano (MEN, 2006). Esta primera fase se inicia con la identificación de los precurrentes por parte de los profesores, que será uno de los insumos para la construcción del instrumento de evaluación.

En esta fase participaron siete expertos, quienes tenían formación como licenciados en matemáticas y experiencia en el aula en la enseñanza de la estadística y probabilidad en primaria básica. Varios de ellos contaban también con posgrados en esta área de investigación.

El procedimiento para obtener la información sobre qué conocimientos previos o precurrentes requieren los niños para aprender estadística y probabilidad fue la técnica de mapeo conceptual propuesta por Trochim (1989a, 1989b). Esta técnica inicia con el diseño de una entrevista semiestructurada, sobre los atributos y los precurrentes que requieren los niños para responder los problemas planteados en los estándares y derechos básicos del Ministerio de Educación Nacional de Colombia en el área de pensamiento aleatorio y sistemas de datos (MEN, 2006), descritos anteriormente.

Con base en la información aportada por los expertos, se construyó la lista de atributos y precurrentes generados en las entrevistas. A continuación, los expertos organizaron los atributos en grupos, según su criterio. Con esta información se construyó una matriz por cada experto y una matriz general (suma de las matrices individuales). Finalmente, se realizó un análisis de mapeo conceptual que incluye inicialmente un escalamiento

multidimensional y después un análisis de conglomerados. Esto permitió agrupar los atributos y los precurrentes que se requieren para responder a las tareas de pensamiento estadístico, como se describe a continuación.

## 5. Resultados

A partir del proceso de mapeo conceptual, se encontraron seis grupos de precurrentes (ver Figura 1), a saber:

1. Entender qué es un dato, tener la capacidad para identificar el contenido dentro de los diagramas y el contexto de donde viene la información, identificar el tipo de diagrama (barras, líneas, circular) más adecuado para representar un conjunto de datos, e incluye un subgrupo que se relaciona con entender el significado de la mediana y del promedio, además de formular hipótesis.
2. Extraer la información de los gráficos, interpretar los datos y utilizarlos en un contexto particular, representar datos con símbolos o dibujos y un subgrupo que tiene que ver con eventos posibles o imposibles, identificar eventos y saber contar la frecuencia de un evento.
3. El concepto de variable, entender series y patrones e identificar variables discretas y continuas.
4. Interpretar escalas y seleccionar la más adecuada, y entender el plano cartesiano.
5. Realizar clasificaciones por color, forma, figuras geométricas y tamaños, establecer relaciones de mayor que, menor que e igual que entre números, realizar las operaciones matemáticas básicas e identificar las longitudes fundamentales (tiempo, distancia, tamaño...).
6. Comprender los fraccionarios, reconocer el todo y la parte, identificar porcentajes y comprender el número y sus diferentes representaciones.

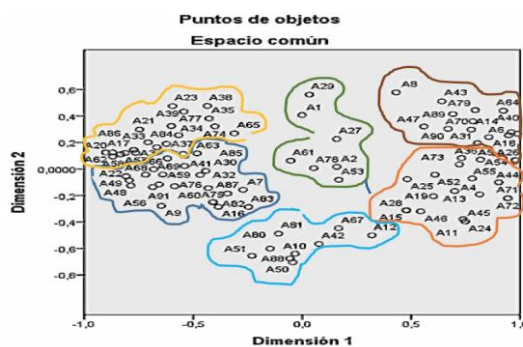


Figura 1. Grupos formados por el escalamiento multidimensional y el análisis de clúster.

## 6. Reflexiones

En este trabajo se identifican los precurrentes relativos al tema de estadística y probabilidad en las primeras edades a través del mapeo conceptual, que se trata de una metodología mixta que guía el proceso investigativo. Con objeto de establecer el agrupamiento de precurrentes en el tema, se parte de la información suministrada por una muestra de siete maestros de educación primaria básica en Colombia, con dilatada experiencia académica y profesional en la enseñanza de la estadística y probabilidad en

los primeros niveles educativos, y que se enfrentan cotidianamente a las dificultades que presentan los estudiantes en la enseñanza y aprendizaje del tema.

Los resultados muestran seis grupos de precurrentes necesarios para la adquisición del pensamiento estadístico y probabilístico como es la comprensión e interpretación de la información en el proceso de estudio; el concepto de variable implicada; el uso e interpretación de escalas; los relativos a las operaciones lógicas, aritméticas y de medida; y el concepto de número que se utilice (fracción, porcentaje, etc.). El contenido de los grupos encontrados es coherente tanto con el modelo propuesto por Wild y Pfannkuch (1999), como con el modelo de Jones et al. (2000). También se encontró que en los grupos se encuentran competencias de otros tipos de pensamiento propuestos en los estándares colombianos principalmente el numérico, el métrico y el variacional.

De este modo, los resultados obtenidos permitirán evaluar estos precurrentes en los estudiantes, así como facilitar el diseño de prácticas educativas idóneas, según los contenidos necesarios que se requieren para lograr aprehender los conocimientos puestos en juego en el tema de estadística y probabilidad en las primeras edades.

### Agradecimientos

Convocatoria Nacional de Proyectos para el Fortalecimiento de la Investigación, la Creación y la Innovación de la Universidad Nacional de Colombia. Proyecto. 37491, Proyecto EDU2016-74848-P (AEI, FEDER) y Grupo FQM-126 (Junta de Andalucía).

### Referencias

- Artavia-Medrano, A. (2015). Interpretación y análisis de pruebas educativas y psicológicas con el método rule space. *Actualidades en Psicología*, 29(119), 63-77.
- Batanero, C. (2000). Significado y comprensión de las medidas de posición central. *UNO*, 25, 41-58.
- Batanero, C. (2004). Ideas estocásticas fundamentales ¿Qué contenidos se debe enseñar en la clase de probabilidad? En J. A. Fernandes, M. V. Sousa y S. A. Ribeiro (Orgs.), *Ensino e aprendizagem de probabilidades e estatística. Actas do I Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola* (pp. 9-30). Braga: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho.
- Batanero, C. (2013). La comprensión de la probabilidad en los niños. ¿Qué podemos aprender de la investigación? En J. A. Fernandes, P. F. Correia, M. H. Martinho, y F. Viseu, (Eds.) (2013). *Atas do III Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola*. Braga: Centro de Investigação em Educação. Universidade Do Minho. Disponible en: <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULO.S/1Batanero.pdf>
- Batanero, C., Godino, J.D., Green, D.R., Holmes, P., y Vallecillos A. (1994). Errores y dificultades en la comprensión de los conceptos estadísticos elementales. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25(4), 527-547.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004) Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 3-16). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.



- Chance, B. L. (2002). Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education*. Disponible en: <http://jse.amstat.org/v10n3/chance.html>
- Curcio, F. R. (1989). *Developing graph comprehension*. Reston, VA: N.C.T.M.
- delMas, R. C. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. En D. Ben-Zvi, y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 79-95). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- delMas, R. C., Garfield, J., Ooms, A. y Chance, B. (2007). Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 28- 58.
- Friel, S., Curcio, F. y Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Fischbein, E. (1975). *The intuitive sources of probabilistic reasoning in children*. Dordrecht: Reidel
- Garfield, J. (2003). Assessing Statistical Reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 2(1), 22-38.
- Garfield, J. y Alhgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 44-63.
- Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2004). Research on statistical literacy, reasoning, and thinking: Issues, challenges, and implications. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 397-409). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Garfield, J. y delMas, R. (2010). A web site that provides resources for assessing students' statistical literacy, reasoning and thinking. *Teaching Statistics*, 32(1), 2-7.
- Heitele, D. (1975). An epistemological view on fundamental stochastic ideas. *Educational Studies in Mathematics*, 6, 187-205.
- Jolliffe, F. (2005). Assessing probabilistic thinking and reasoning. En G. A. Jones (Ed.), *Exploring Probability in School: Challenges for Teaching and Learning* (pp. 325-344). New York, NY: Springer.
- Jones, G., Thornton, C., Langrall, C., Mooney, E., Perry, B. y Putt, I. (2000). A framework for characterizing children's statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(4), 269- 307.
- Koschat, M. (2005). A case for simple tables. *The American Statistician*, 59(1), 31-40.
- Leighton, J.P., Gierl, M.J. y Hunka, S. (2002). The Attribute Hierarchy Model for Cognitive Assessment. Recuperado de [http://www.crame.ualberta.ca/files/ahm\\_ncme 2002final](http://www.crame.ualberta.ca/files/ahm_ncme 2002final)
- Ministerio de Educación Nacional República de Colombia, MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá: Magisterio.
- Ortiz, J. J. (1999). *Significado de los conceptos probabilísticos elementales en los textos de Bachillerato*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1951). *La genése de l'idée de hasard chez l'enfant*. París: Presses Universitaires de France.
- Sánchez, E. y Batanero, C. (2011). Manejo de la información. En E. Sánchez (Coord.), *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Casos y perspectivas* (pp. 64-92). México, D. F.: Secretaría de Educación Pública.

Trochim, W. (1989a). An introduction to concept mapping for planning and evaluation. En W. Trochim (Ed.) *A Special Issue of Evaluation and Program Planning*, 12, 1-16.

Trochim, W. (1989b). Concept mapping: Soft science or hard art? *Evaluation and Program Planning*, 12, 87-110.

Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67, 223-265.