

IDEAS FUNDAMENTALES DE ESTADÍSTICA EN EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA

Javier Eduardo Maldonado Dennis; Ana María Ojeda Salazar
DME, Cinvestav IPN. (México)
jmaldonado@cinvestav.mx; amojeda@cinvestav.mx

RESUMEN

Esta investigación se interesa en caracterizar la comprensión de ideas fundamentales de estadística de alumnos de educación primaria, resultante de su enseñanza. La investigación consta de tres etapas; la primera, que presentamos aquí, corresponde al examen de la propuesta institucional para primaria, con el eje de tratamiento de la información en el Plan y programas de estudio (SEP, 1993) y en las lecciones respectivas de los libros de texto (SEP, 1994; SEP, 1999; SEP 2000; SEP, 2001; SEP, 2002; SEP, 2004), resulta en la reducción de la enseñanza de la estadística al uso de tablas, gráficas, pictogramas y diagramas como medios para organizar y comparar datos. Las etapas segunda y tercera atañen a la enseñanza de contenidos de estadística en el aula y a la comprensión resultante de los alumnos, de la cual se identificarán rasgos generales mediante la aplicación de cuestionarios al final del ciclo escolar y con la aplicación de entrevistas clínicas.

Palabras Clave: Comprensión, estadística, enseñanza, primaria.

ANTECEDENTES

La enseñanza de la estadística en educación primaria ha otorgado consideración excesiva a tablas, gráficas de barras, pictogramas y diagramas circulares como medios para organizar datos y comparar la distribución de frecuencias de los eventos del espacio muestra (Maldonado, 2006), sin enfatizar en las ideas fundamentales de la disciplina implicadas en la propuesta de actividades para este nivel educativo ni en la interpretación de lo resultante del tratamiento de datos efectuado respecto a la situación de donde éstos emergieron. Los recursos semióticos en este nivel son impuestos desde la propuesta institucional. El proceso actual estudia la interrogante de cuáles son las características de la enseñanza de contenidos de estadística en educación primaria.

ELEMENTOS TEÓRICOS

Heitele (1975) ha propuesto lo fundamental en estocásticos para un currículum en espiral. En nuestro estudio, centrado en ideas de estadística, son relevantes las de muestra (población),

variable aleatoria (frecuencia y medidas de tendencia central), y espacio muestra. Consideramos también el acercamiento de Steinbring (2005) hacia la constitución del concepto matemático como resultante de la interacción entre él, el objeto y el signo. De manera esquemática, el autor se refiere al triángulo epistemológico para la constitución del concepto, como muestra la Figura 1.

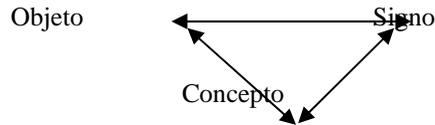


Figura 1. Triángulo epistemológico (Steinbring, 2005, p. 22).

MÉTODO

La investigación propuesta es cualitativa (Eisner, 1998). En la primera etapa se examinó la propuesta institucional para primaria, con el eje temático tratamiento de la información en el plan y programas de estudio (SEP, 1993) y el planteamiento de las lecciones respectivas en los libros de texto (SEP, 1994; SEP, 1999; SEP, 2000; SEP, 2001; SEP, 2002; SEP, 2004), como un referente para caracterizar la enseñanza propuesta de la estadística en educación primaria. De los elementos teóricos considerados se han derivado los criterios para analizar las diversas componentes de la enseñanza, propuesta institucional para estadística con los medios que recomienda (Ojeda, 2006). A éstos se les ha puesto en juego en el examen de los programas de estudio y de las lecciones para estadística planteadas en los libros de texto, a saber:

- 1) *ideas fundamentales de estadística*;
- 2) *otros conceptos matemáticos*, distinguidos de las ideas de estadística, tales como, por ejemplo, los aritméticos;
- 3) se consideró el papel de los *recursos semióticos* empleados para organizar y tratar datos (tablas, figuras, gráficas, simbología matemática, lengua natural) para vigilar la discriminación entre las tres entidades del triángulo epistemológico propuesto por Steinbring (2005);
- 4) se tomaron en cuenta los *términos* utilizados en el planteamiento institucional para la referencia a ideas fundamentales de estadística;
- 5) se identificaron los *tipos de situaciones* presentadas en la propuesta institucional para el estudio de ideas fundamentales de estadística.

PROCESO DE ANÁLISIS DE LA PROPUESTA INSTITUCIONAL

La propuesta institucional (programa de estudios y libros de texto) para ideas fundamentales de estadística en educación primaria plantea la enseñanza de 31 lecciones referentes a contenidos de la disciplina distribuidas en los seis grados escolares que incluye este nivel. En el primer ciclo,

primero y segundo grados, se consideran cuatro, dos por grado escolar. En el segundo ciclo, tercero y cuarto grados, se plantean 11 lecciones, siete y cuatro de manera respectiva. Para tercer ciclo se sugieren 16, seis en quinto grado y 10 para sexto. La puesta en juego de los criterios de análisis de las lecciones propuestas en los libros de texto se ejemplifica aquí con la caracterización de seis de ellas, una por grado escolar (ver Tablas 1, 2 y 3), del eje temático “tratamiento de la información”, las cuales se plantean para su enseñanza en educación primaria.

a) Ideas de estocásticos.

La variable estocástica, tanto la variable estadística (nominales, ordinales y numéricas) en cuestión en la situación planteada como la frecuencia de sus valores y las medidas de tendencia central de ésta, es el principal foco en las actividades, pero carece de sentido por falta de señalamientos sobre la naturaleza de la variable y sobre el espacio muestra que es su dominio. No se enfatiza lo suficiente en la idea de muestra, la cual es necesaria para inferir de lo obtenido con ella (frecuencia relativa de cada resultado) hacia la población (distribución de probabilidad entre los posibles resultados). Esto es, la consideración de la frecuencia relativa y del tamaño de la muestra preparan para la introducción a la ley de los grandes números, la cual autoriza las aplicaciones de la teoría de la probabilidad para inferir a partir de lo obtenido con la muestra hacia la población.

b) Otros conceptos matemáticos.

Básicamente, el número natural y el cero se utilizan para indicar los valores de la frecuencia absoluta de los valores de una variable estocástica en una muestra y el tamaño de ésta. El número fraccionario se emplea para la expresión de la frecuencia relativa. El producto cartesiano se utiliza principalmente para la presentación y producción de gráficas; se le restringe a una superficie rectangular, coloreada, desprovista de su carácter ilimitado para la ubicación en general de puntos en el plano (Maldonado, 2006).

Característica	Descripción	
	Primer grado	Segundo grado
Ubicación	Bloque III, lección 65, ¿Qué compramos en la cooperativa? (SEP, 2004, pp. 84-85).	Bloque II, lección 27, “El puesto de juguetes” (SEP, 1994, pp. 42-43).
Contenido	Elaboración de tablas y gráficas para organizar información sobre la elección de preferencias (SEP, 1997b, p. 6).	Elaboración de gráficas de barras para organizar información sobre la elección de preferencias (SEP, 1997d, p. 8).
Propósito	Analizar la información que contiene una ilustración de su libro u otras fuentes, para seleccionar datos que le permitan inventar y resolver problemas (SEP, 1997b, p. 9).	Analizar la información que contiene una ilustración de su libro u otras fuentes, para seleccionar los datos que le permitan resolver e inventar problemas (SEP, 1997d, p. 12).

Situación que se plantea	Preferencia de uno de entre varios alimentos mostrados y su registro en una tabla.	Preferencia de uno de entre varios juguetes mostrados en una tabla y su registro en una gráfica de barras.
Ideas de estocásticos	Variable aleatoria (frecuencia), espacio muestra, muestra (población).	Variable aleatoria (frecuencia), espacio muestra y muestra (población).
Otros conceptos matemáticos	Número natural, orden, adición de números naturales.	Número natural, orden, adición de números naturales.
Recursos semióticos	Lengua escrita, tablas.	Lengua escrita, figuras, signos numéricos, tablas, gráficas.
Términos para referirse a estocásticos	Cuál más, cuál menos.	Con qué más, mayoría, cuántas más.

Tabla 1. Análisis de las lecciones 65 y 27 de los *libros de texto*, Matemáticas, primero y segundo grados (SEP, 1994; SEP, 2004).

c) Recursos semióticos.

La lengua escrita es común a todas las lecciones, principalmente para el planteamiento de la situación a la que se refieren los contenidos en estudio y las instrucciones para el desarrollo de las actividades propuestas; igual ocurre con los signos numéricos. Las tablas, pictogramas, diagramas circulares y gráficas son impuestos desde la propuesta institucional. Respecto a éstas últimas, sólo muestran la distribución de frecuencias de los resultados de un fenómeno estadístico, sin enfatizar en las ideas fundamentales de la disciplina implicadas en su tratamiento (SEP, 1999, p.70).

d) Términos empleados.

Para segundo y cuarto grados, es notoria la ausencia de la palabra *frecuencia* en la presentación de las lecciones de estadística. En su lugar, el uso de las expresiones qué más y cuántas más sugiere un acercamiento a los alumnos a la comprensión de ese concepto mediante el número de veces que ocurre un resultado particular de un fenómeno; en tanto las expresiones “más probable” y “menos probable” se introducen a partir del cuarto grado (SEP, 1999, p. 114).

e) Situaciones propuestas.

En las situaciones planteadas para el estudio de las ideas fundamentales de estadística se privilegia el conocimiento de cálculo; la repetición de la actividad se utiliza para obtener un resultado numérico, sin enfatizar en el análisis del tratamiento de datos efectuado respecto a la situación de donde éstos emergieron.

RESULTADOS DEL EXAMEN DE LA PROPUESTA INSTITUCIONAL.

El predominio de la operatividad aritmética, propicia el desvío de situaciones de naturaleza estadística para asignar valores numéricos como medida de la frecuencia de eventos; el juicio sobre ellas se sesga por esquemas que no consideran la identificación del conjunto de todos los posibles resultados de un fenómeno aleatorio.

Característica	Descripción	
	Tercer grado	Cuarto grado
Ubicación	Bloque I, lección 12, “El estado del tiempo” (SEP, 2002, pp. 30-31).	Bloque II, lección 13, “Naciones poco pobladas” (SEP, 1999, pp. 70-71).
Contenido	Interpretación de una gráfica de barras, (SEP, 1997f, p. 20).	Interpretación de la información que aporta una gráfica de barras (SEP, 1997a, p. 25).
Propósito	Recolectar, organizar, comunicar e interpretar información (SEP, 1997f, p. 18).	Recolectar, organizar, comunicar e interpretar información (SEP, 1997a, p. 18).
Situación que se plantea	Realizar el registro del estado del tiempo durante dos semanas.	Resolver preguntas a partir de los datos sobre el número de habitantes de algunas naciones, que se muestran en una tabla y una gráfica de barras.
Ideas de estocásticos	Variable aleatoria (frecuencia), espacio muestra y muestra (población).	Variable aleatoria (frecuencia), espacio muestra y muestra (población).
Otros conceptos matemáticos	Número natural, orden, adición de números naturales.	Número natural, orden, adición de números naturales.
Recursos semióticos	Lengua escrita, tabla, gráfica de barras, figuras, signos numéricos.	Lengua escrita, tabla, gráfica de barras, figuras, signos numéricos.
Términos para referirse a estocásticos	Registro, tabla, cuántos, cuál más, cuál menos, cuál es mayor, diferencia entre mayor y menor.	Tabla, gráfica, datos, qué más, qué menos, cuántos más, mayor número, menor número, el doble.

Tabla 2. Análisis de las lecciones 12 y 13 de los *libros de texto*, Matemáticas, tercero y cuarto grados (SEP, 1999; SEP, 2002).

Cuando se presenta una situación de estudio de naturaleza estadística, en términos de una variable aleatoria, se desconoce al espacio muestra que corresponde al dominio de la variable (SEP, 2002, p. 30).

Un ejemplo de lo indiferenciado entre objeto y signo se presenta en la lección 10 de quinto grado “Un juego con el diccionario”. En el vértice de objeto/contexto de referencia se incluyen las ideas fundamentales de estadística. La parte de signo/símbolo se utiliza para asignar valores numéricos a los resultados de un fenómeno aleatorio, sin hacer énfasis en las posibilidades de ocurrencia de todas las palabras con un número específico de letras. Como ejemplo se muestra la figura 2.

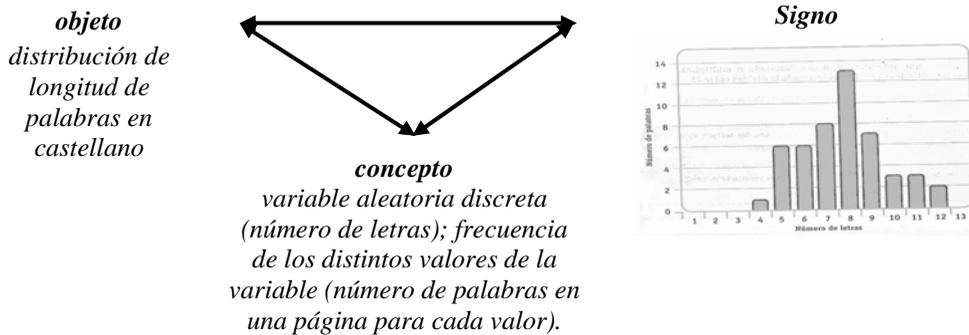


Figura 2. Indiscriminación entre signo y objeto (SEP, 2000, p. 28).

En las lecciones de estadística que se plantean en los libros de texto para educación primaria, es común la falta de coherencia en el sentido con que se utilizan los términos para hacer referencia a ideas fundamentales de ésta disciplina, por ejemplo, evento no se refiere a un subconjunto del espacio muestra, sino más bien se le asigna un carácter determinista, es decir, que a cada fenómeno le corresponde un número. Con respecto al tamaño de la muestra, no se enfatiza su importancia para inferir a partir de lo obtenido con ella (frecuencia relativa de cada resultado) hacia la población (distribución de probabilidad entre los posibles resultados). Los términos posibilidad y probabilidad se utilizan de forma indistinta (SEP, 1999, p. 114), aunque el primero se refiere a lo posible, es decir, atañe al espacio muestra, en tanto que el segundo denota a una asignación numérica como medida de las frecuencias de eventos.

Característica	Descripción	
	Quinto grado	Sexto grado
Ubicación	Bloque I, lección 10, “Un juego con el diccionario” (SEP, 2000, pp. 28-29).	Bloque II, lección 23 “Gráficas y salud” (SEP, 20001, pp. 56-57).

Contenido	Organización de la información en tablas y gráficas (SEP, 1997c, p. 18).	Análisis de las tendencias en gráficas de barras, valor más frecuente y mediana (SEP, 1997e, p. 21).
Propósito	Identificar situaciones que requieran obtener información para ordenarla en tablas y gráficas (SEP, 1997c, p. 12).	Analizar las tendencias de la información registrada (SEP, 1997e, p. 18).
Situación que se plantea	En la primera página para cada letra del abecedario en el diccionario del idioma español, el número de palabras constituidas por una letra, por dos, por tres, cuatro,... hasta por el mayor número de letras que ahí ocurra.	Medir el número de pulsaciones por minuto de cada uno de los integrantes del grupo.
Ideas de estocásticos	Variable aleatoria (frecuencia), espacio muestra y muestra (población).	Variable aleatoria (frecuencia, medidas de tendencia central y dispersión), espacio muestra y muestra (población).
Otros conceptos matemáticos	Número natural, orden, producto cartesiano, adición de números naturales.	Número natural, orden, adición de números naturales, producto cartesiano.
Recursos semióticos	Lengua escrita, figuras, signos numéricos, tablas, gráfica de barras.	Lengua escrita, figuras, tablas, signos numéricos, gráfica de barras.
Términos para referirse a estocásticos	Dato, cuántas más, con qué más, mayoría, mayor número, tabla, gráfica, ejes.	Dato, más frecuente, menos frecuente, frecuencia, mayoría, promedio, valor promedio.

Tabla 3. Análisis de las lecciones 10 y 23 de los libros de texto, *Matemáticas*, quinto y sexto grados (SEP, 2000; SEP, 2001).

Se manifiesta un avance gradual en los términos propuestos para hacer referencia a ideas fundamentales de estadística. Incluyen desde el uso de las expresiones cuántos más, qué más, cuáles más, que se utilizan de primero a tercer grado, para luego introducir las expresiones “más probable” y “menos probable”, a partir del cuarto grado.

El concepto de frecuencia se introduce a partir de quinto grado; la introducción de las medidas de tendencia central (media, mediana, moda) no explicita en forma alguna la dispersión de datos respecto a ellas, lo cual es necesario para identificar la distribución de un fenómeno estadístico. Estos parámetros descriptivos sólo permiten identificar el valor central o representativo de un conjunto de datos; sin conocimiento de la cantidad de dispersión que hay en torno al promedio, no se puede tener ni siquiera una idea lejana de cómo está él con relación a los demás.

CONCLUSIONES

La orientación determinista de la propuesta institucional se enfatiza con el predominio de la aritmética. En los libros de texto que se utilizan para la enseñanza en educación primaria, particularmente en el tercer ciclo, el planteamiento de situaciones de naturaleza estadística se ha centrado en el cálculo de las medidas de tendencia central, sin enfatizar en la dispersión de datos respecto a ellas; aunque los distintos promedios sirven como resúmenes de un conjunto de datos, cuando se emplean solos pueden ocultar información importante para realizar una decisión racional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, A., Balbuena, H. y Bollás, P. (1999). *Matemáticas, cuarto grado*. SEP. México.
- Ávila, A., Balbuena, H. y Fuenlabrada, I. (2000). *Matemáticas, quinto grado*. SEP. México.
- Balbuena, H., Block, D. y Fuenlabrada, I. (2001). *Matemáticas, sexto grado*. SEP. México.
- Carvajal, A., Martínez, N. y Block, D. (2004). *Matemáticas, primer grado*. SEP. México.
- Castrejón, J., Ávila, A. y Balbuena, H. (2002). *Matemáticas, tercer grado*. SEP. México.
- Eisner, E. (1998). *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Madrid. Paidós educador.
- Frawley, W. (1999). *Vygotsky y la ciencia cognitiva*. Paidós Ibérica. Barcelona, España.
- Heitele, D. (1975). An Epistemological View on Fundamental Stochastic Ideas. *Educational Studies in Mathematics* 6(2), pp. 187-205.
- León, H., González, N. y Guzmán, M. (1994). *Matemáticas, segundo grado*. SEP. México.
- Maldonado, J. (2006). *Medios y enseñanza de estocásticos en la educación primaria: Elementos para formación docente*. Ensayo, XI Verano de la Investigación Científica del Pacífico (programa delfín), DME, Cinvestav del IPN.
- Ojeda, A. (2006). Estrategia para un perfil nuevo de docencia: un ensayo en la enseñanza de estocásticos. En E. Filloy (Ed.) *Matemática educativa, treinta años: una mirada fugaz, una mirada externa y comprensiva, una mirada actual*, (pp. 195-214). México: Santillana.
- SEP (1993). *Plan y programas de estudio*. Educación primaria. México.
- SEP (1997a). *Avance programático, Matemáticas, Cuarto grado*. México.
- SEP (1997b). *Avance programático, Matemáticas, Primer grado*. México.
- SEP (1997c). *Avance programático, Matemáticas, Quinto grado*. México.
- SEP (1997d). *Avance programático, Matemáticas, Segundo grado*. México.
- SEP (1997e). *Avance programático, Matemáticas, Sexto grado*. México.
- SEP (1997f). *Avance programático, Matemáticas, Tercer grado*. México.
- Steinbring, H. (2005). The Construction of New Mathematical Knowledge in Classroom Interaction. *An Epistemological Perspective*. Springer. USA.