



Desempeño de niños de educación especial: actividades con fenómenos aleatorios

José Marcos **López-Mojica**
CAM 18; DME, Cinvestav-IPN
México|
jmlopez@cinvestav.mx

Ana María **Ojeda Salazar**
DME; Cinvestav-IPN
México
amojeda@cinvestav.mx

Resumen

El presente documento forma parte de una investigación que tiene como objetivo caracterizar el desempeño de niños de educación especial básica frente a actividades donde interviene el azar y la probabilidad. Se proponen actividades a realizar en *aula alterna* (Ojeda, 2006), con las cuales se distinguen los vértices del triángulo epistemológico (Steinbring, 2005) y cuyo objetivo es introducir ideas de probabilidad, ausentes en ese espacio educativo. La investigación sigue los lineamientos del *órgano operativo de la investigación* y de la *célula de análisis de la enseñanza* (Ojeda, 2006). Las actividades se aplicaron a un grupo de ocho niños de sexto grado [13-15 años] de educación especial, con distintas afecciones. Dentro de los resultados, las niñas con síndrome Down requieren del uso del esquema visual para responder a las preguntas respecto al fenómeno aleatorio, el niño con retraso mental usa la memoria de trabajo para recuperar las frecuencias absolutas y relativas.

Palabras clave: educación especial, azar, probabilidad, esquemas compensatorios.

Abstract

This document is part of a research that aims to characterize the performance of children in special education versus activities where intervenes chance and probability. Activities are proposed to performs in alternating classroom Ojeda (2006), which distinguish the vertices of the triangle epistemological (Steinbring 2005) and whose objective is to introduce ideas of probability, absent in the educational area. Research follows the guidelines of the operating body of research and analysis of teaching (Ojeda 2006) cell. Activities were applied to a group of eight children of sixth grade [13-15 years] special, with different conditions. Girls with Down syndrome require the use of the visual schema to answer questions

regarding the random phenomenon, the child with mental retardation uses the working memory to retrieve the absolute and relative frequencies.

Word key: special education, chance, probability.

Introducción

En México a la educación especial se le considera una modalidad educativa que se encarga de atender a niños/personas que presentan necesidades educativas especiales (NEE); dentro de esta población se encuentran aquellos con discapacidad, sin discapacidad y los considerados superdotados. En el mismo sentido con Gross (2004), en este documento consideramos que las NEE se presentan cuando las instituciones encargadas en educar a esta población no tienen los recursos o programas especializados; es decir, son las condiciones educativas las que establecen las necesidades educativas especiales más no la personalidad del niño. Desde esta postura, en el acto educativo no debiera interesar en un mayor grado las ausencias o limitaciones del individuo, sino las relaciones que se establecen en el sistema educativo para favorecer la enseñanza-aprendizaje de esta población.

En no más de una década, en nuestro país las investigaciones que se interesan en el estudio del pensamiento matemático de poblaciones con ausencias o limitaciones han tomado un impacto considerable; aquellas que se enfocan en indagar sobre la cantidad discreta en niños sordos (Garnica, 2006; González, 2009); y aquellos que se interesan por el pensamiento probabilístico (López-Mojica, Ojeda y Cantoral, 2009).

El presente documento forma parte de un proyecto más amplio que dentro de sus objetivos está caracterizar el desempeño de los niños de educación especial frente a actividades donde interviene el azar y la probabilidad, lo anterior permitirá establecer un marco de referencia que permita identificar aspectos cognitivos para ser considerados en el diseño de actividades por parte de los docentes, para introducir los temas de probabilidad. De esa manera ofrecer a los niños una oportunidad de acceso a fenómenos aleatorios de una manera sistemática.

Perspectiva teórica

El estudio considera dos supuestos. El primero se refiere a que la experiencia favorece el desarrollo de las intuiciones, por lo que el registro de frecuencias contribuye a la adquisición de la idea de probabilidad (Fischbein, 1975). El otro supuesto refiere a que frente a ausencias o limitaciones existen esquemas compensatorios que permiten el desarrollo del pensamiento en el niño con alguna deficiencia (Vygotski, 1997).

La investigación está sustentada por tres ejes rectores. Heitele (1975) propone diez ideas fundamentales de estocásticos como guía para un curriculum en espiral, desde la educación preescolar hasta la universitaria, para garantizar continuidad en su enseñanza, que parta de un plano intuitivo para arribar a un plano formal. El autor considera el desarrollo de la teoría de la probabilidad (lo filogenético) y el desarrollo de las ideas de azar y de probabilidad en el individuo (lo ontogenético) (Piaget e Inhelder, 1951), así como los sesgos de los adultos ante situaciones de incertidumbre.

Heitele argumenta que una idea es fundamental si proporciona al individuo un valor explicativo valioso. Las ideas fundamentales son: medida de probabilidad, espacio muestra, combinación de probabilidades, independencia, equidistribución y simetría, combinatoria, modelo de urna y simulación, variable estocástica, la ley de los grandes números, y la idea de muestra.

Las etapas de la constitución de la idea de azar en el niño fueron identificadas por Piaget e Inhelder (1951) mediante la presentación de diversas situaciones a los sujetos en sus estudios, como la de la mezcla aleatoria. Los autores establecen que en el estadio de las operaciones preconcretas (4-7 años) el niño aún no ha elaborado la reversibilidad de las operaciones ejecutadas sobre los objetos, en contraparte con la irreversibilidad de lo aleatorio; el niño no concibe, por ejemplo, los resultados de la mezcla aleatoria como un sistema de combinaciones, permutaciones o arreglos lógicos aritméticos; únicamente se basa en combinaciones empíricas. En el estadio de las operaciones concretas (8-10 años), el niño está en condiciones de diferenciar lo posible de lo necesario si ha elaborado operaciones lógico aritméticas y espacio temporales, con carácter reversible, para comprender la irreversibilidad que implica la mezcla aleatoria. En el estadio de las operaciones formales (11 años en adelante), el niño requiere poner en relación los elementos de un conjunto de posibles con los elementos de otro conjunto de posibles, definiendo el total de las relaciones posibles de agrupamiento y un sistema único, por lo que se necesita la formación de operaciones de segundo orden y de una lógica proposicional que dé cuenta de todas las relaciones posibles del sistema. En este estadio, el niño concibe los resultados de la mezcla aleatoria como un sistema de combinaciones, permutaciones o arreglos lógicos aritméticos.

En el eje cognitivo se considera el desarrollo de la intuición como base del pensamiento probabilístico del niño. Fischbein (1975) se refiere a la intuición como un conocimiento derivado de la experiencia; en particular argumenta que la intuición de la frecuencia relativa sienta bases para introducir el enfoque clásico de la probabilidad.

De manera más general, se consideran en este eje los procesos compensatorios en el desarrollo del infante con alguna ausencia o limitación. Vygotski (1997) establece que toda ausencia crea estímulos para elaborar una compensación. Por ello, el estudio de niños con alguna ausencia no puede limitarse a determinar el nivel y gravedad de la insuficiencia, sino que incluye obligatoriamente la consideración de los procesos compensatorios. El estímulo primario que hace surgir los procesos compensatorios son las dificultades objetivas con las que tropieza el niño en el proceso de desarrollo intelectual; a partir del proceso de interacción del niño con el medio se crea una situación que lo impulsa hacia la compensación. Estas consideraciones, a su vez, se complementan con las especificaciones de las funciones del cerebro (Luria, 2005).

El eje social se interesa en las interacciones resultantes del proceso educativo. Steinbring (2005) propone que para la adquisición de un concepto matemático es necesaria la interacción entre el contexto de referencia en que se implica el concepto, el signo y el concepto matemático.

Método

De carácter cualitativo y en curso, la investigación se desarrolla según el órgano operativo de la investigación y la célula de análisis de la enseñanza (Ojeda, 2006). El órgano establece condiciones para el arribo de la investigación al aula; además, indica cómo caracterizar los procesos de enseñanza por los elementos conceptuales implicados en las experiencias que tienen lugar en ese espacio, los cuales se identifican mediante un análisis cuyos resultados se van integrando a la investigación, y permiten a la vez la autocrítica para el investigador y el docente titular.

La célula “pone en juego, para cada escenario, elementos teóricos y aspectos hacia los cuales se ha dirigido el estudio” (Ojeda, 2006, pág. 203). La célula organiza los elementos provenientes del eje epistemológico, del cognitivo y del social, de modo tal que ella permite esquematizar y contextualizar el proceso de enseñanza e indica la forma de someterlo a

escrutinio. Los criterios de análisis de los datos recopilados son: ideas fundamentales de estocásticos, otros conceptos matemáticos, recursos semióticos, términos referentes a estocásticos, situación y contexto, y esquemas compensatorios.

Las actividades se diseñan considerando la distinción de los vértices del triángulo epistemológico (Steinbring, 2005), dos que tienen como objetivo la introducción del enfoque frecuencial y una la introducción del enfoque clásico de la probabilidad.

La aplicación de las actividades fue motivo de la experienciación (Ruiz, 1997), es decir sometimos a análisis la experiencia del investigador, complementada con la bitácora, del desempeño de los niños ante las repeticiones del fenómeno aleatorio producido con el material concreto proporcionado. Se aplicaron en un aula, en los tiempos y condiciones institucionales, a ocho niños con distintas características [M y W, síndrome de Down; J, A y An retraso mental; Mi, discapacidad motriz; Ar, déficit de atención y trastornos de hiperactividad; T, autismo]. Los instrumentos utilizados fueron el guión de clase, de bitácora; las técnicas de registro de datos fueron la videograbación y su transcripción, y la escritura en papel.

Las actividades. Ejemplo la carrera

La actividad consiste en realizar giros de una ruleta con seis sectores iguales, que se distinguen por figuras de círculos, triángulos y cuadrados (véase la Figura 1). El resultado de cada giro se registra en una tabla impresa en las hojas de control, marcando una celda de la fila correspondiente a la figura señalada por el indicador verde en la ruleta (véase a la izquierda en la Figura 1).

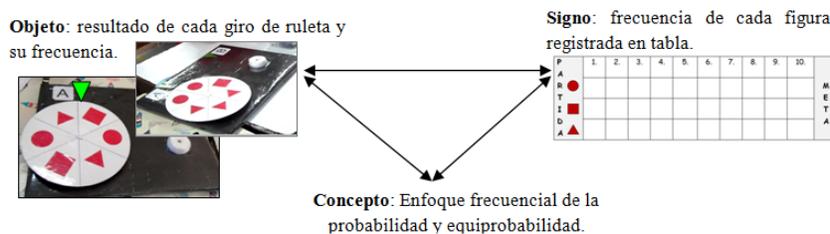


Figura 1. Triángulo epistemológico para el enfoque frecuencial.

Respecto a la tabla se plantean cuatro preguntas abiertas sobre la figura “ganadora”, o sea aquella cuyos registros alcanzan primero la meta, por qué resultó ganadora, sobre el total de giros realizados y la frecuencia resultante de la figura seleccionada libremente al inicio de la actividad por cada alumno.

La implementación de la actividad se guió por la lógica de que las orientaciones en la enseñanza; las interacciones resultantes entre los niños y la actividad, permiten el acceso de los estudiantes al contenido conceptual (Steinbring, 2005; para una esquematización, véase la Figura 1).

La Tabla 1 resume los resultados del análisis de la actividad bajo los criterios de la célula de análisis de la enseñanza (Ojeda, 2006).

“La carrera” en el aula alterna

Los niños operaron el material, lo que les proporcionó una experiencia directa con la situación aleatoria de la que pudieron identificar sus posibles resultados. Ellos realizaron el registro, en la tabla que se les proporcionó en las hojas de control, de la figura indicada por la flecha al final de cada giro de la ruleta, anotando una cruz en la celda correspondiente o bien un

dibujo de la figura. En las transcripciones de pasajes que ejemplifican nuestras observaciones, se han numerado las sucesivas intervenciones y para identificarlas hemos utilizado las iniciales de los nombres de los niños: **M** y **W** con síndrome Down y problemas de lenguaje; **A**, **An** y **Ye** con retraso mental; **Mi** con problemas motrices y de lenguaje; y **T**, autista. Se utilizó **I** para el investigador.

Tabla 1

Resultado del análisis de las actividades.

Criterios de Análisis	“La carrera”
Situación y Contexto	Giros de una ruleta con sectores iguales y diferentes cantidades de figuras: círculos, triángulos y cuadrados.
Ideas fundamentales de estocásticos	Espacio muestra, medida de probabilidad, variable aleatoria, equiprobabilidad
Otros conceptos matemáticos	Números naturales, adición.
Recursos Semióticos	Tablas, lengua natural escrita, figuras geométricas.
Términos empleados	“del total de giros, cuántas veces”, “marca con”, “elegir”, “lo que indique la flecha”, “gira la ruleta”, “llena una casilla”
Posibles esquemas compensatorios	Se requiere del uso del esquema visual y el esquema motriz.

Ideas fundamentales de estocásticos. Todos los niños, excepto **T**, distinguieron los posibles resultados al girar la ruleta, es decir distinguieron el *espacio muestra*. Como ejemplo se muestra la transcripción del pasaje con **An**:

- [7] I: ¿Qué figuras tenemos?
 [8] An: Cuadrados, triángulos, círculos...
 [9] M: Cuadrado [murmura].
-
- [24] I: ¿Cuántas figuras tenemos en total?
 [25] An: Tres.
 [26] I: Son tres tipos de figuras, pero ¿cuántas son?
 [27] An: Seis.
 [28] I: ¿Cuántas tiene el triángulo?
 [29] An: Dos.
 [30] I: ¿Cuántas el círculo?
 [31] An: Dos.
 [32] I: ¿Cuántas el cuadrado?
 [33] An: Dos.

M y **W** sólo identificaron las frecuencias absolutas de las figuras. **A**, **An** y **Mi** dieron evidencia de nociones de la *frecuencia relativa*, pues identificaron la frecuencia de cada figura y su relación respecto al total de giros [véanse intervenciones 204, 206, 213, 215]:

- [200] I: ... Ahora díganme; ¿cuántos giros realizamos en total? Para el triángulo, ¿cuántos [giros] tenemos?
 [201] A: Ocho, diez...
 [202] An: ¡Ocho!
 [203] I: ¿Cuántos tiene el triángulo? ¡No adivinen...!
 [204] An y Mi: ¡Tres!
 [205] I: Tres. ¿Y el cuadrado?

- [206] Mi: Ocho [Ocho, problemas de lenguaje].
 [207] I: Ocho. ¿Y el círculo?
 [208] A: Diez...
 [209] I: En total, ¿cuántos tenemos? ¿Cuántos giros hicimos? Sumemos...
 [210] A, An y Mi: Uno, dos, tres,... [murmurando].
 [211] Mi y An: ¡Veintiuno!
 [212] I: Mi, del total de giros, de veintiuno, ¿cuántos son para tu figura?
 [213] Mi: Die [problemas de lenguaje].
 [214] I: An, para tu caso, del total de giros, ¿cuántos le corresponden a tu figura?
 [215] An: Tres [sonriendo].

Otros conceptos matemáticos. Se obtuvo evidencia del uso del *conteo uno a uno*, pues al preguntarles a los niños sobre la cantidad de figuras en la ruleta, **Ye** realizó el conteo de manera rápida; también cuando se les preguntó sobre el total de giros realizados **A**, **An** y **Mi** realizaron el conteo [210]. En toda la actividad **An** realizaba la suma de las frecuencias relativas de cada figura, y recuperaba el total de giros realizados.

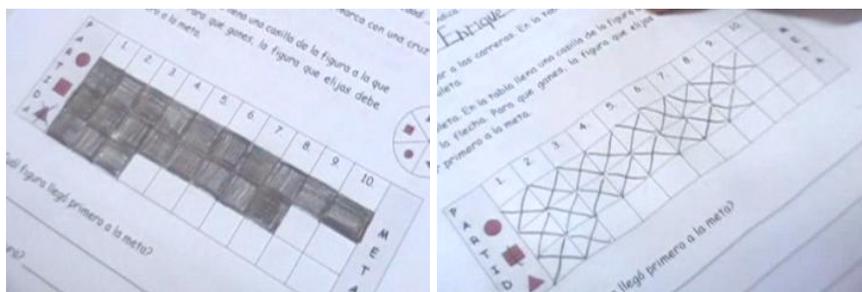


Figura 2. Registros de frecuencias (der. producción de **An**; Izq. producción de **Ye**).

Recursos semióticos. La tabla permitió organizar el registro de los resultados de cada giro; así como el registro de las frecuencias absolutas de las figuras y recuperar el total de giros efectuados (véase la Figura 2). Debido a los problemas de lenguaje, **W**, **M**, **Ar** y **A**, presentaron dificultades con la lecto-escritura, podían escribir sólo oraciones cortas, para lo que requirieron de una referencia, así que se les escribía en el pizarrón la palabra que se les dificultaba.

Términos que aluden a estocásticos. Con las preguntas “¿Ganó tu figura? ‘¿Por qué?’”, se pretendió indagar si en las justificaciones que los niños realizaran, sus respuestas sugerían la intervención del azar. En sus contestaciones los niños tendieron a buscar causas como “giré muchas veces”, “le ayudé a ganar”, “porque quiso”, “porque le ayudamos los niños”.

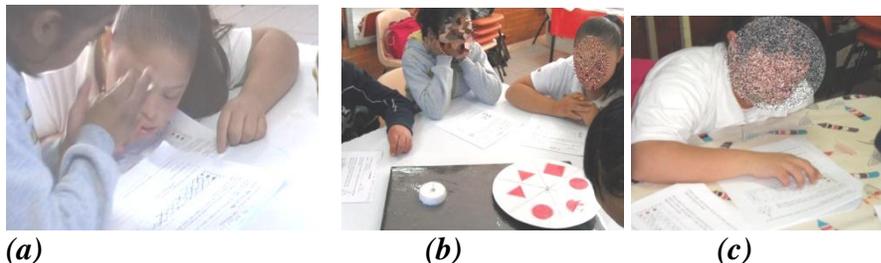


Figura 3. (a) Uso de expresiones mímicas. (b) Fijar la mirada en el resultado del giro de la ruleta. (c) Uso del esquema *perceptual visual* para identificar las frecuencias absolutas.

Esquemas compensatorios. **Mi** respondió a las preguntas con expresiones mímicas por sus problemas de lenguaje. **A** también utilizó las expresiones gestuales al ayudar a **M** a responder una pregunta (véase (a) en la Figura 3). **M** y **W** tenían que fijar su mirada insistentemente en la

ruleta y en el resultado para realizar el registro efectivo del mismo, así como en la tabla para identificar las frecuencias absolutas (véanse *(b)* y *(c)* en la Figura 3). **T** respondió a las preguntas con la intervención de la docente pues, como primer acercamiento del investigador, **T** no permitía la interacción con él; la docente le leía la pregunta del cuestionario y **T** respondía, y cuando escribía la respuesta ella le dictaba las palabras que **T** no podía escribir.

La Tabla 2 resume las características de los desempeños de los niños durante la enseñanza de nociones de estocásticos.

Tabla 2.

Características de los niños en el aula alterna del sexto grado.

Afección y casos	Operación de ideas fundamentales	Problemas de lenguaje	Esquemas compensatorios
Síndrome Down			
M	Espacio muestra Frecuencia absoluta	Poca oralización.	Esquema visual: observaban la figura indicada por la flecha y la casilla que le correspondía
W	Espacio muestra	Pronuncia en su mayoría palabras monosilábicas. Problemas con la expresión “llena una casilla”.	Esquema visual Esquema motriz
Discapacidad mental			
Y	Espacio muestra Frecuencia absoluta	Oralizada. Fluidez en el habla.	Esquema visual
A	Espacio muestra Enfoque frecuencial	Pronuncia pocas palabras. Las oraciones incompletas.	Esquema visual
An	Espacio muestra Enfoque frecuencial Variable aleatoria	Habla fluida.	Esquema auditivo Esquema motriz Memoria de trabajo
Problemas motrices			
Mi	Espacio muestra Enfoque frecuencial Variable aleatoria	No pronuncia palabras, emite sonidos.	Esquema visual
Autismo			
T	Frecuencia absoluta	Habla fluida	Esquema visual Esquema motriz

Comentarios

Un primer acercamiento a un fenómeno aleatorio y a su estudio guiado, la actividad “la carrera” ofreció a los niños el contacto con él. Hasta el momento, no se ha tenido evidencia de que el tratamiento de estocásticos en la enseñanza sea nocivo para los niños; sin embargo, en las respuestas de los alumnos aún no identificamos algún indicio de la idea de azar; en cambio, siempre trataron de encontrar alguna causa de que cierta figura saliera muchas veces.

Los esquemas compensatorios permiten superar la ausencia que cierto individuo tiene respecto a su desempeño. Para los casos en la enseñanza realizada, las niñas con *síndrome Down* utilizaron el esquema visual compensando, hasta cierto punto, el desarrollo cognitivo lento, pues es necesaria la repetición de las acciones. Para el niño con *Autismo* es elemental la repetición de las acciones y el uso del perceptual visual, así como una atención más personal. Para el caso de *discapacidad mental*, **An**, ponía en uso la memoria de trabajo, pues siempre recuperaba el total de los giros de las ruletas realizados, y su correspondiente para cada figura.

Se consideraron las producciones de los niños, cinco de los cuales presentaron problemas de lenguaje, por lo que las actividades enfatizaron la escritura en las hojas de control y se recurrió al uso de fichas (tarjetas) con palabras individuales escritas para que los niños armaran correctamente las oraciones. No tuvimos evidencia de que los términos que aluden a estocásticos causaran alguna dificultad en particular, pero se continuará atendiendo este proceso en las futuras actividades.

Consideramos necesario proponer más actividades referidas a una diversidad de situaciones azarosas [urnas, tómbolas, dados] que, mediante el enfoque frecuencial de la probabilidad, suministren una base para introducir el enfoque clásico.

La continuación de la investigación considerará a los estocásticos en la problemática de la educación especial básica, a lo largo de sesiones de *estudio dirigido* (Ojeda, 2006) a los docentes frente a los grupos participantes en este estudio.

Referencias

- Fischbein, E. (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*. Holanda: Reidel.
- Garnica, I. (2006). Percepción auditiva diferenciada y producción escrita de expresiones: elementos para un modelo de comunicación de la unidad [“t/m”: mtl-sms] para la investigación en Matemática Educativa. *Matemática Educativa, treinta años*. (pp. 257-281). México: Santillana.
- González, H (2009). *Cantidad discreta y pensamiento matemático de niños preescolares con audición diferenciada y lenguaje limitado: estudio de cinco casos*. Tesis de maestría no publicada. DME, Cinvestav.IPN. México, D.F.
- Gross, J. (2004). *Necesidades Educativas Especiales*. España: Morata.
- Heitele, D. (1975). An epistemological View on Fundamental Stochastic Ideas. *Educational Studies in Mathematics*. Reidel, Holland, 6(1), 187-205.
- López-Mojica, J.M., Ojeda, A.M., Cantoral, R. (2009). Estocásticos en el Segundo Grado de Educación Especial. En P, Lestón (Ed.), Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, Clame, México. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 22, 5 – 13.
- Luria, A. R. (2005). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara.
- Ojeda, A.M. (2006). Estrategia para un perfil nuevo de docencia: un ensayo en la enseñanza de estocásticos. *Matemática Educativa, treinta años*. (pp. 257-281). México: Santillana.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1951). *La Génèse de l'idée de Hasard Chez l'enfant*. Paris: PUF.
- Ruiz, A. (1997). *Las Contribuciones de Humberto Maturana a las Ciencias de la Complejidad y la Psicología*. Recuperado de <http://www.inteco.cl/articulos/005/docesp6.htm>, 8-05-2010.
- Steinbring, H. (2005). *The Construction of new Mathematical Knowledge in Classroom Interaction*. USA: Springer.
- Vygotski, L. S. (1997). *Fundamentos de la Defectología. Obras Escogidas V*. España: Visor Dis.