



Pensamiento matemático y pensamiento estadístico: herramientas para enfrentar la incertidumbre

Nelly **León** Gómez

Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Maturín
Venezuela

Resumen

Siguiendo a Eurípides, Edgar Morin alerta sobre el fin de las certezas en el conocimiento humano e incluye el principio de incertidumbre como directriz de la educación del futuro. Ciertamente, el hombre debe estar preparado para enfrentar la incertidumbre inherente a la complejidad de la realidad natural y humana. Sustentamos en este minicurso cómo la Educación Matemática puede contribuir a este propósito mediante el desarrollo del pensamiento matemático y del razonamiento estadístico y probabilístico, además del fomento de la creatividad y la afectividad; logrando así habilitar al ciudadano para la toma de decisiones apropiadas en situaciones de azar con base en informaciones inciertas, sopesando riesgos y beneficios.

Palabras clave: Incertidumbre, azar, certeza, pensamiento matemático, pensamiento estadístico.

Introducción

Morin (2000), en su libro titulado “los siete saberes necesarios a la educación del futuro”, sintetiza los grandes ejes orientadores de las vías hacia donde deben canalizarse las transformaciones de la educación. En ellos incluye el de “Enfrentar las incertidumbres”, haciendo un reconocimiento a la prevalencia de situaciones inciertas a lo largo de la historia de la humanidad y enfatizando la necesidad del hombre de enfrentar, a través de la educación, las incertidumbres de lo real, del conocimiento y de la acción.

Pero, ese futuro al que Morin hace referencia hace ya más de una década, es hoy; de allí la imperiosa necesidad de una formación que eduque al hombre en la conciencia de la existencia de

riesgos y azares, más que certezas, en todas y cada una de las acciones que emprenda y de las situaciones y fenómenos en los que se vea involucrado en su vida cotidiana, laboral, familiar, que deberá afrontar con la toma de buenas y oportunas decisiones mediante la utilización de estrategias flexibles y fácilmente adaptables a entornos cambiantes, producto de la variabilidad inherente a sus elementos constituyentes y a las interrelaciones entre ellas, (Morin, 2000)

Ahora bien, cuál es el papel de la Educación Matemática en este compromiso actual de la formación de ciudadanos aptos para enfrentar exitosamente una vida plena de incertidumbre o, como lo ha dicho este autor, una realidad que puede visualizarse como un océano de incertidumbre salpicado por archipiélagos de certeza.

En este escrito trataré de hacer un acercamiento a una posible aproximación al educar para la incertidumbre a través de ciertas vertientes factibles de trabajar desde la Educación Matemática, como son el desarrollo de:

- a. Las habilidades del pensamiento matemático
- b. El pensamiento y el razonamiento estadístico
- c. Una didáctica que privilegie el aprendizaje contextualizado
- d. El componente de la afectividad en la enseñanza y el aprendizaje.

Conviviendo con la incertidumbre

A pesar de que las evidencias han apuntado siempre a la presencia de lo incierto tanto en el macro como en el micro cosmos, hemos vivido por mucho tiempo bajo el hechizo de la certeza como posibilidad real (León, 2011). Hace ya muchos siglos que Eurípides alertó al respecto al decir “Juguetes de la suerte, bogamos en un mar de incertidumbre”, pensamiento retomado por Morín, cuando metafóricamente se refiere al conocimiento como un navegar en un océano de incertidumbre en el cual flotan archipiélagos de certeza; certezas que son tales hasta que sucumben ante la emergencia de nuevos conocimientos que las despojan de esa cualidad.

Obviamente, los islotes que forman esos archipiélagos son innumerables y muchos de ellos majestuosos, pero aun así diminutos ante la inmensidad del océano que no es más que una alegoría a nuestra ignorancia. Cada día se produce conocimiento amplio y valioso, lo que dinamiza la ciencia y sus saberes. ¿Podemos tener entonces la esperanza de ir generando más islas que lleguen a cubrir la superficie oceánica?. Bajo el paradigma de la certeza, la ignorancia se enfrentaba eliminándola a través de la producción de un conocimiento que diera respuestas válidas, confiables, universales y libres de toda duda a las interrogantes planteadas. Pero, en las condiciones actuales de incerteza, los nuevos conocimientos, al dar respuestas relativas y temporales a las inquietudes de las que se derivan, a su vez generan ignorancia sobre sus alcances, sus consecuencias y su interrelación con otros conocimientos. (Innerarity, 2008). Entonces, la respuesta a la pregunta anterior parecer ser no; ciertamente la ciencia nos proporciona innumerables saberes pero que de ninguna manera cubren las fuentes de incertidumbre, a medida que se van cubriendo focos de ignorancia, van surgiendo otros sobre las cuales actuar, por lo tanto nos toca aprender a convivir con ella, aceptarla, comprenderla tolerarla y hasta aprovecharnos de ella, convirtiéndola en una “ignorancia educada” (Ugas, 2007), en el sentido que podamos decidir que ignorancia hemos de abordar como relevante y cual podemos obviar por parecer menos significativa.

La incertidumbre no es algo pasajero, es más bien un rasgo distintivo de nuestra cultura y de nuestra época. La incertidumbre no es una anomalía que deba erradicarse sino una categoría

esencial en la comprensión del mundo actual. (Coronado, s/f). La incertidumbre se manifiesta en momentos de toma de decisiones sobre la base de informaciones no confiables al cien por ciento.

A estas alturas ya está claro que el futuro es incertidumbre por la misma complejidad de la naturaleza humana, aun así muchos se resisten a aceptarlo y se aferran a resquicios de certezas. Tendemos a esperar que ocurran las cosas buenas y a desechar de nuestro pensamiento aquello que no deseamos. Lo posible puede volverse imposible. ¿Cuántas enfermedades siguen sin tener cura a pesar de los grandes esfuerzos de los investigadores médicos por hallarla y vivimos con la esperanza de que algún día esto ocurrirá?. En contraposición, lo inesperado ocurre, algunas veces con resultados maravillosos como el descubrimiento, por serendipity, de la penicilina.

Enfrentando la incertidumbre

Tres elementos sugiere Morin (2000) para enfrentar las incertidumbres: una buena decisión, la conciencia del riesgo y las estrategias, todos ellos vinculados entre sí. Manejar con propiedad estos tres elementos requiere una formación que reconozca la complejidad como filosofía de vida del hombre actual: complejidad que devela una incertidumbre ineludible, no sólo en el campo de la producción del conocimiento sino en el seno mismo del accionar del ciudadano común. En todo aquello en que éste se involucre actuarán una multiplicidad de elementos y circunstancias imposibles de conocer en su totalidad y de ponderar individualmente o de manera aislada por la trama de interconexiones que entre ellos se produce, derivando en una incertidumbre perenne imposible de obviar, pero factible de afrontar.

Usualmente tendremos que actuar en condiciones inciertas; la elección que tomemos ante una situación dada motoriza la acción, acción que no estará exenta de riesgos. Calificativos como imprevisto, inesperado, azar, desviaciones están inevitablemente asociados a cualquier decisión que se tome y consecuentemente a cualquier acción que se emprenda (Innerarity, 2008). Toda decisión es una apuesta a una entre varias opciones, no está exenta de riesgos por lo incierto de sus alcances y sus consecuencias, de allí la pertinencia de un pensamiento educado para enfrentar las incertidumbres: un pensamiento flexible, reversible y recursivo.

Este tipo de pensamiento nos habilita para aprovechar las oportunidades que se nos presentan en un momento decisorio, con la puesta en acción de estrategias flexibles adaptables al entorno, que es cambiante por naturaleza, pensando siempre en términos de probabilidades.

El riesgo siempre tiene dos caras: una positiva asociada a los logros, y otra negativa referida a pérdidas o daños (Ramos, s/f). Con acciones y estrategias adecuadas disminuimos la probabilidad de que se muestre la cara negativa a la vez que incrementamos las posibilidades de éxito o que aflore la cara positiva. Afortunadamente, la incertidumbre no nos guía hacia la debacle. En este sentido rescato uno de los siete principios enunciados por Morin, Ciurana y Motta (2002) cuando reflexionan sobre la irremediable confrontación dialógica entre la esperanza y la desesperanza ante el incierto devenir de la humanidad. Me refiero al principio del salvataje, según el cual cada vez que surge una situación de peligro simultáneamente emergen alternativas para sobreponerse y sobrellevarlo con éxito, siempre y cuando se reconozcan las posibilidades y se actúe con propiedad evitando que emociones como el miedo o el temor nos paralicen y obnubilen nuestra capacidad de pensar y razonar y nuestro sentido de la intuición.

Enfrentando las incertidumbres desde la educación Matemática

Para muchos pensadores la educación es la mejor arma para enfrentar la incertidumbre pues incita a reflexionar sobre las dudas y problemas que se presentan tanto en el ámbito de las

ciencias como en el acontecer cotidiano, conduciendo a la toma de buenas decisiones ante lo inesperado y lo incierto.

Una educación con este propósito debe hacer suyo el principio de la incertidumbre de la condición humana. Mas no se trata de incluir la incertidumbre del acontecer social y personal como un contenido programático en los planes de estudio, sino más bien que la concepción curricular comulgue con este principio; es decir, que se adopte un currículo que obligue a la pedagogía a vencer la certeza y hacer emerger ante los ojos del educando una realidad compleja en la que la incertidumbre es algo inminente, brindándole las herramientas que lo formen para satisfacer sus necesidades, desarrollar sus capacidades y responder adecuadamente ante las contingencias de la vida.

Una educación para la incertidumbre es una educación para asumir retos en lugar de evitarlos, para argumentar correctamente, para la flexibilidad cognitiva y la crítica, para el diálogo entre los saberes desde las diversas disciplinas.

¿Cómo podemos entonces comprometer a la educación matemática en la formación de un ciudadano que pueda convivir exitosamente en un mundo arropado por la incertidumbre?. Aceptando que hasta ahora la formación matemática tradicional lleva a pensar en las matemáticas en términos de exactitud y de certezas, acercarse a una respuesta a esta interrogante no es tarea fácil, pues implica enfrentar esta concepción a los planteamientos que hemos venido haciendo hasta ahora.

Durante mucho tiempo el sueño de grandes matemáticos ha sido garantizar plenamente el rigor y la certeza en el edificio de las matemáticas. Los trabajos de Bertrand Russell son una muestra palpable de ello. No obstante, las formulaciones de Gödel en cuanto a la consistencia y la completitud de algunos sistemas formales mostraron grietas en ese edificio que hicieron tambalear sus estructuras y llevaron a reflexionar sobre las más preciadas cualidades de la Matemática: la exactitud y la certidumbre.

El pensamiento matemático es formal y abstracto; esto permite no sólo la sistematización del conocimiento disciplinar sino también su contextualización en términos de capacidad de matematizar situaciones expresándolas en términos numéricos y relacionales. La ordenación, la clasificación, la medición, las estimaciones, las cuantificaciones, el establecimiento de relaciones, la inferencia, como manifestaciones del pensamiento matemático se convierten en herramientas del cerebro para enfrentar situaciones de diversa índole. No podemos negar que el pensamiento matemático es analítico, no obstante no se puede considerar reductor pues también se acompaña de la síntesis y la generalización permitiendo ir del todo a las partes y de las partes al todo, siendo ésta una manifestación de la reversibilidad de pensamiento.

Estas características de reversibilidad y de flexibilidad, acompañadas de un buen manejo de las emociones y de un despliegue de creatividad, promueven la capacidad de resolver problemas en ambientes de incertidumbre con la formulación de hipótesis y el establecimiento de inferencias sobre qué esperar de cada una de ellas, es decir mostrar posibles futuros y facilitando elementos para la toma de decisión confrontando los riesgos y los beneficios.

Tal toma de decisiones deberá hacerse con base en información incierta, convirtiéndose el manejo de la información en punto clave en el mundo actual. Con los avances en las tecnologías de la información y comunicación, la información es instantánea y prolífera, pero también susceptible a manipulaciones e interpretaciones sesgadas, razones por las cuales es indispensable

un buen desarrollo del pensamiento estadístico en todos los ciudadanos.

Sustentamos, entonces, que la educación matemática puede contribuir a una formación para la incertidumbre a través de: el desarrollo de algunas habilidades del pensamiento matemático como la flexibilidad, la reversibilidad; la contextualización; el fomento del componente afectivo y la creatividad; y el desarrollo del pensamiento estadístico.

Flexibilidad del pensamiento

Entendemos la flexibilidad como apertura que permite el despliegue de posibilidades, la proliferación de trochas y caminos, el atreverse a transitarlas. Es un antónimo de la rigidez que coarta, que amarra, que impide. La flexibilidad es dinámica, incita a la acción, contrario a la rigidez que es estática y paralizante. Como cualidad de la mente facilita a las personas su adaptación a medios cambiantes y el aprovechamiento de una diversidad de recursos al enfrentar situaciones problemáticas. Por el contrario, una persona con una mente rígida está esclavizada a “sus métodos” y por lo general se encuentra desorientada en circunstancias de incertidumbre.

La flexibilidad de pensamiento se evidencia en una actitud abierta y de interacción constante con los demás y con el entorno. Permite al individuo, en su aproximación a la Matemática, no encerrarse en ella y en sus mecanismos de rigor sino más bien establecer diálogo con otras disciplinas científicas y con las artes (Peralta, 1999, p. 27).

La flexibilidad de pensamiento es una habilidad de primera importancia en la actividad matemática, tanto en la generación de conocimiento) como en su aplicación en la solución de problemas. Pero, es una cualidad no solamente inherente a situaciones altamente matematizadas sino también a circunstancias de la vida común que ameriten visualizar y considerar posibilidades diversas de actuación ante cambios imprevistos que se puedan suscitar.

Precisamente, la flexibilidad es esa particularidad del pensamiento que se manifiesta en la multiplicidad de recursos y estrategias que el ser pensante pone en juego ante los aconteceres de la vida. Una persona recursiva, es decir que es capaz de usar todos los recursos disponibles en la solución de un problema o al tomar una decisión, es una persona con una mente flexible que va moldeando según cambia la realidad circundante.

Promover la flexibilidad como habilidad del pensamiento es una tarea pendiente de la educación matemática (Zaldivar, 2009) que sólo puede cumplirse si se mira la matemática desde su conceptualización como resolución de problemas. Si revisamos las tendencias en la enseñanza de la Matemática desde hace ya algún tiempo encontraremos la resolución de problemas como contenido, como actividad y como metodología de enseñanza. Se enseñan diversos métodos de resolución de problemas, el profesor explica y resuelve problemas sobre los temas estudiados y asigna problemas por resolver a sus estudiantes. Con esto no se logra cumplir esa tarea pendiente. ¿Por qué?. Entre otras razones porque los métodos de resolución con frecuencia se enseñan como si fueran recetas aplicables a problemas similares a los que el profesor resolvió en clase, contribuyendo a reforzar certezas cognitivas y una idea de unicidad y homogeneidad procedimental: leer y entender el enunciado del problema para extraer los datos y las condiciones más que para comprenderlo, establecer un plan para resolverlo que casi invariablemente es el plan empleado por el profesor; aplicación del plan, que se limita a sustituir los nuevos datos en el ejemplo antes resuelto y concluir escribiendo “la respuesta” a la(s) pregunta(s).

Estos problemas “tipo”, cerrados, de solución única, que se trabajan esporádicamente poco contribuyen a potenciar la flexibilidad de pensamiento como habilidad para tomar decisiones en

situaciones de incertidumbre pues no hay ningún reto al intelecto y a la curiosidad del aprendiz. Problemas y actividades abiertas, por el contrario, requieren darle movilidad al intelecto, explorar en la estructura cognitiva aquellos conocimientos, estrategias, modos de actuar que puedan emplearse, asociando “el sentido de abstracción y el análisis con el sentido de la intuición y lo global” (Morin, 2011, p.252), en la búsqueda de diferentes resultados y soluciones posibles.

Veamos un ejemplo bien sencillo. En un primer momento se puede pedir a los niños que resuelvan un problema como el siguiente: “En una fiesta había una fuente con muchos caramelos de fresa y de naranja. Luis tomó de la fuente 4 caramelos de fresa y 5 de naranja. ¿Cuántos caramelos en total tomó Luis de la fuente?”. Este es un problema cerrado que conduce a una única respuesta, pero que luego puede modificarse para llevarlo a una estructura abierta: “En una fiesta había una fuente con muchos caramelos de fresa y de naranja. Para realizar un juego, la payasita pidió a los niños que fueran a la fuente y tomara cada uno 9 caramelos. ¿Cuántos caramelos de cada sabor pudieron tomar los niños para completar sus 9 caramelos?, ¿Los tomaron todos de la misma manera?, ¿De cuántas maneras distintas podrían haber tomado los caramelos?, ¿Cómo hiciste para saber cómo podían tomarse los caramelos?”. La socialización posterior a la resolución individual podrá llevar de manera natural ante la primera pregunta a una respuesta a la segunda, pues las respuestas individuales seguramente diferirán; Si se van escribiendo en la pizarra las respuestas de los estudiantes, el total que se obtenga se podrá contrastar con las respuestas de los niños a la tercera interrogante. Para la última pregunta es de esperar respuestas válidas, intuitivas y hasta de razones personales, por ejemplo un niño puede argumentar que no puede escoger caramelos de naranja simplemente porque no le gustan.

En el campo de la geometría se podría sugerir como una primera actividad dibujar un rectángulo cuya base mida 6 cm y su altura 4 cm y luego calcular el área de ese rectángulo. Esta es una actividad cerrada de respuesta única que requiere conocimientos teóricos y habilidad manual para el dibujo, pero poca reflexión. Luego la actividad se puede transformar para hacerla un poco más retadora, pidiéndole a los estudiantes que dibujen un rectángulo cuya área sea 24 cm^2 y luego preguntar: ¿Puedes dibujar otro rectángulo con otras dimensiones pero que tenga esa misma área?, ¿Cuántos rectángulos distintos puedes dibujar que tengan esa misma área?, ¿Cómo sabes que esos son todos los rectángulos posibles de construir con área igual a 24 cm^2 ?, ¿cuántos de ellos tienen un perímetro igual a 20 cm?, finalmente, ordenar toda esta información en una tabla que permita verla con más claridad. (Adaptado de: creatividad y competencias matemáticas. Hoja de trabajo 14).

Obsérvese que en ambos ejemplos hay preguntas que buscan inquirir sobre el razonamiento de los estudiantes y sobre el proceso de solución por ellos seguidos, pues según Zaldívar, Sosa y López (2006), la manifestación de la flexibilidad de pensamiento se da en tres etapas de la resolución de un problema: en la planificación de la resolución, en el proceso y en el análisis de los resultados.

La flexibilidad de pensamiento implica que ante problemas de esta naturaleza, el estudiante pueda encontrar diferentes vías de solución, empleando incluso estrategias propias que no hayan sido propuestas por el docente. Como manifestación de un pensamiento ágil, el estudiante podrá encontrar expresiones matemáticas equivalentes y métodos alternativos de cálculo, tan importantes en la resolución de problemas (Matemáticas, s/f) y estas habilidades podrá extrapolárselas a situaciones no matemáticas fuera del aula: respuestas equivalentes a una misma situación, formas alternativas de abordar una misma circunstancia, diversidad de caminos para solucionar un problema en su cotidianidad de acuerdo a los recursos disponibles.

La flexibilidad de pensamiento es una habilidad que no se desarrolla de manera instantánea sino que se va logrando paulatinamente a largo plazo. El pensamiento de los niños más pequeños es flexible como condición innata para facilitar su aprendizaje. En las primeras etapas de la escolaridad, la mejor arma para coartar la libertad del niño es intentar meterlos a todos por un mismo carril, pues sin libertad no hay apertura ni flexibilidad. La opción es dejar que los niños se acerquen a la matemática de una manera natural sin pretender que toda actividad vinculada a esta materia la hagan mecánicamente siguiendo algoritmos que muchas veces no entienden.

Pensamiento Reversible

La reversibilidad es una cualidad del pensamiento que permite tener una visión global de un proceso a la vez que se tiene un conocimiento preciso de las partes y de la interrelación entre ellas. Así pues, permite resolver problemas considerando tanto las partes como la totalidad.

Al igual que la flexibilidad, es una particularidad del pensamiento que se logra en la medida que se trabaje de manera consciente a lo largo del tiempo, promoviendo la integración de las partes aisladas de una situación en función de la comprensión global, pues un conocimiento disperso y fragmentado no muestra la realidad plenamente.

No obstante, la escuela enseña a compartimentar y no a ligar los conocimientos (Morin, 2000); hace énfasis en el análisis que consiste en separar las partes para conocer el todo. Frente a un problema complejo se sugiere en primer lugar descomponerlo en pequeños y sencillos problemas y solucionarlos aisladamente para así llegar a una solución global. Esta forma de pensar conduce a reducir lo complejo de la realidad, a intentar conocer un fenómeno a través del conocimiento aislado de sus componentes, lo que obviamente no podrá lograrse.

Para Lanz y Ferguson (2005), la reversibilidad del pensamiento se manifiesta en una condición cognitiva que descarta todo intento de razonamiento que no lleve a interconectar todo con todo. Por eso, esta cualidad del pensamiento está íntimamente ligada con la de globalización. El pensamiento globalizador es opuesto al pensamiento reductor. Parte de la consideración de que el todo es más que la suma de las partes, pues el todo tiene características que no se encuentran completamente en ninguna de sus componentes, pero a su vez, éstas tienen cualidades que pueden quedar arrojadas cuando sólo se mira lo global. De allí que para lograr la globalización hay que tener a su vez la habilidad de reversibilidad del pensamiento que es lo que permite navegar en ambos sentidos: de las partes al todo y del todo a las partes en forma de bucle hasta llegar a una comprensión total del fenómeno de interés, por supuesto en su contexto.

En Matemática, la reversibilidad del pensamiento es la habilidad de hacer acciones opuestas de manera simultánea, como resolver un problema dado pero a la vez poder plantearlo a partir de resultados y preguntas apropiadas, seguir una secuencia en forma progresiva y regresiva, reconstruir una situación de principio a fin o bien del fin al principio. (Matemáticas, s/f)

Mencionamos a continuación algunas ideas que pueden propiciar esta habilidad de manera consciente en estudiantes de Educación Básica:

- Reconstruir una historia en forma progresiva, es decir de principio a fin, a partir de las viñetas de un comic. Luego hacerlo en forma regresiva, es decir, del final al principio.
- Enumerar las acciones que ellos realizan un día cualquiera desde que se levantan hasta que llegan a la escuela y luego hacerlo en sentido contrario.

- Contar los números en sentido progresivo y en sentido regresivo, de uno en uno, de dos en dos, de tres en tres y así sucesivamente.
- Resolver operaciones incompletas. Por ejemplo: $8 - \square + 5 = 10$
- Para estudiantes más avanzados, resolver una ecuación en Z y luego, dada la solución, reconstruir el proceso algorítmico para llegar a la ecuación inicial, esto es seguir la secuencia en sentido contrario justificando cada paso.
- Presentar problemas resueltos o demostraciones de proposiciones con algunos errores para que los estudiantes los identifiquen y justifiquen.
- Presentar demostraciones incompletas para que los estudiantes las culminen, faltando en algunos casos las justificaciones de las conclusiones de algunos pasos de la demostración y en otros casos a partir de las justificaciones completar las premisas.
- Completar tablas con faltantes en diversas columnas. Por ejemplo, el problema de construcción de un rectángulo de área igual a 24 cm^2 se puede ampliar completando la siguiente tabla:

Base (cm)	Altura (cm)	Perímetro (cm)
24	1	50
12	2	
8		22
	4	20
		20
	8	

Pensamiento estadístico

Usualmente la Estadística se ve como un conjunto de técnicas y procedimientos basados en cálculos matemáticos, aplicables a series numéricas en circunstancias muy específicas; sin embargo, la educación estadística tiene sentido en la medida que contribuye a desplegar una cultura estadística y a enfatizar el razonamiento estadísticos, elementos que Batanero, Díaz y Roa (2013) engloban en el concepto de sentido estadístico.

La alfabetización estadística, como parte de esa cultura, busca la formación de ciudadanos educados para participar en la sociedad de la información, consumidores críticos de informaciones numéricas contextualizadas, capaces de disentir, de tomar posición política y socialmente comprometidas en temas expresados en términos estadísticos y de comunicar resultados en los mismos términos (Gal, 2002; León, 2005; Schield, 2008).

El razonamiento estadístico es una forma de pensar que comprende el análisis de los problemas, la búsqueda de relaciones entre los datos y entre las conclusiones y el contexto, la evaluación de estrategias la capacidad para aplicar los diferentes momentos de la investigación estadística y la reflexión acerca de la plausibilidad de los resultados obtenidos.(Garfield, 2002; Shaughneddy, Chance y Kranendock, 2009).

El pensamiento estadístico es una filosofía o una forma de pensar que reconoce la incertidumbre y la variabilidad de los datos en su contexto y el impacto de estas dos condiciones en la toma de decisiones. Esto implica que el conocimiento conceptual de las técnicas del análisis

estadístico y de la probabilidad no es un indicador suficiente de razonamiento estadístico, son necesarias además una comprensión de los mismos en situaciones contextualizadas y una mente flexible que lleve a asumir una actitud crítica frente a argumentos basados en datos e informaciones estadísticas.

Para Snee (1993), citado por López (2004) el pensamiento estadístico viene a estar constituido por una serie de principios y valores que posibilitan la identificación de procesos, su caracterización y cuantificación, el control y reducción de su variabilidad en términos de la toma de decisiones en cuanto a las acciones a seguir en situaciones inciertas.

La variación es una de las principales fuentes de incertidumbre en los diversos procesos y fenómenos. Una parte de dicha variación podrá ser controlada a través de la planificación y la manipulación de factores cuyos efectos se pueden estimar, pero siempre habrá una porción de ella debida al azar o a la falta de conocimiento preciso que se convierte en una incertidumbre verdadera y de allí que las conclusiones e inferencias se expresen en términos de probabilidad.

El razonamiento estadístico va de la mano del razonamiento probabilístico, entendiéndose por éste “la manera de razonar que siguen los matemáticos o estadísticos para formular, interpretar, obtener y validar enunciados y afirmaciones probabilísticas” (Sánchez y Candín, 2010, p. 599). Este tipo de razonamiento se evidencia en las habilidades para reconocer situaciones de azar y modelarlas, decidir cómo y cuándo usar la probabilidad en circunstancias contextualizadas y evitar sesgos en la interpretación de situaciones aleatorias, entre otras.

Exhibir un razonamiento estadístico y probabilístico se convierten, entonces, en herramientas indispensables para enfrentar la incertidumbre que genera, por una parte, la información y su manejo y por otra, la variabilidad y la interconexión de elementos presentes en los procesos y los efectos del azar.

Al igual que la flexibilidad y la reversibilidad, estos dos tipos de razonamientos han de cultivarse a lo largo de la escolaridad, de allí la inclusión de la probabilidad y la estadística en el currículum desde los primeros niveles educativos. Una de las estrategias que se sugieren para incentivar de manera consciente el pensamiento estadístico es el uso del periódico y de otros medios informativos con el propósito de que los estudiantes aprendan a leer e interpretar datos contenidos en tablas y gráficas incluidas en noticias cotidianas en lugar de evitarlo, que aprendan a identificar gráficos mal contruidos que conduzcan a interpretaciones erróneas según los intereses particulares y que lean los artículos en busca de sesgos en el razonamiento estadístico de sus autores y por último, que puedan escribir sus propias impresiones sobre la noticia con base en el manejo de los datos allí presentes; todo esto con la intención de incentivar el espíritu crítico como un componente de la alfabetización estadística y como recurso ante la incertidumbre que suscita el actuar en función de informaciones inciertas. (León, 2009)

Muy recomendada por especialistas en la materia, es la enseñanza basada en el trabajo cooperativo a través de investigaciones y proyectos (Batanero, Díaz y Roa, 2013; Batanero y Díaz (2011), León (2009), donde los estudiantes tengan ocasión de transitar por el proceso completo de la investigación estadística, razonando estadísticamente y pensando críticamente en cada uno de los pasos o procesos que se lleven a cabo. La investigación estadística no se reduce al análisis de datos, más aun, la competencia en ese tipo de análisis no siempre va acompañada de un buen nivel de razonamiento estadístico. El análisis de datos es el punto intermedio del proceso, estando en ambos extremos los dos procesos que más favorecerán el desarrollo del pensamiento estadístico, abarcando el primero todo lo que atañe a la generación de la

información (descripción y contextualización del objeto de estudio, definición de variables y categorías, selección de muestras, identificación y aplicación de los instrumentos más recomendables para la obtención de información válida y confiable) , y el último, la toma de decisiones con base en el análisis realizado y la comunicación de resultados en términos estadísticos.

Aun cuando se tenga la idea de que los estudios estadísticos conducen a la fragmentación de la realidad en variables predefinidas y operacionalizables, y se cuestione su uso para indagar sobre problemas de naturaleza humanista, lo que aquí estamos intentando rescatar es su contribución al desarrollo de un pensamiento y una actitud crítica.

Creatividad y afectividad

En un mundo en el que cada vez hay menos certezas y más incertidumbre es fundamental lograr un balance entre lo cognitivo y lo afectivo en la educación. El hombre es un ser emocional, sus actuaciones están condicionadas por las emociones y sentimientos que afloran ante cada situación; por eso, educar para la incertidumbre pasa por educar las emociones (Escotet 2011).

Una de las necesidades relacionadas con la supervivencia humana en la pirámide de Maslow es la seguridad. Una vez que el hombre ha satisfecho sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud pasa al siguiente nivel en sus requerimientos, donde se encuentra la certeza de sobrevivir frente a los peligros que puedan amenazarlo. Ciertamente, la certeza da tranquilidad y sosiego, pero también conformismo. La incertidumbre genera inquietud, pero también anima, vigoriza el espíritu. Si tuviéramos certeza de todo quizás seríamos como autómatas, no habría nada ante lo cual discernir o tomar riesgos. La incertidumbre, bien manejada, incita a la búsqueda, a la exploración de posibilidades.

La incertidumbre produce pavor en aquellos acostumbrados a las certezas, a las personas con mente rígida, que sólo se manejan apropiadamente en ambientes controlados. Las emociones que surgen en situaciones que se oponen a lo esperado pueden llegar a paralizarlas impidiéndoles actuar creativamente. Por eso, educar las emociones es ineludible si se quiere formar para enfrentar lo incierto de la realidad actual. Esto no implica reprimirlas, sino aprender a canalizar aquellas negativas que obnubilan la mente e impiden actuar tanto intuitiva como racionalmente y, contrariamente, hacer que afloren las positivas, las que motivan a romper barreras de manera creativa sin que para ello deba tenerse certezas plenas.

Cuando un estudiante no puede resolver un problema de matemática es usual que sienta rabia, frustración, rechazo, con las consecuentes actitudes negativas hacia la disciplina. Lo mismo que siente ante un problema matemático, lo extrapolará a la realidad fuera del aula cuando se enfrente a una situación inesperada, incierta, que no pueda controlar fácilmente. Las mismas emociones negativas y la misma actitud de rechazo aflorarán ante las problemáticas de su vida cotidiana. Es recomendable, entonces, que desde la educación matemática se eduquen las emociones y las actitudes, haciendo que el estudiante sienta confianza en sí mismo, en sus capacidades, en su inteligencia, en sus posibilidades de logro.

Esta educación desde la afectividad también debe hacerse de manera consciente. El rol del profesor de Matemática pasa, de ser transmisor de conocimientos, a convertirse en “gestor de procesos abiertos, críticos, creativos, innovadores, para ayudar a convertir lo posible en probable y lo probable, que es hoy emergente, en una alternativa que complejiza los procesos” (Peralta,

1999, p. 18). En este proceso nuevo de formación ambos lados del cerebro entran en juego. En matemática usualmente se favorece el desarrollo del hemisferio izquierdo donde residen los procesos lógicos que favorecen el razonamiento formal, deductivo, que partiendo de premisas lleva a conclusiones lógicas. Lo que se pretende es, a la par, incentivar el uso del hemisferio derecho, sede de lo intuitivo, de lo afectivo, de lo creativo. El acoplamiento de ambos hemisferios favorece la reversibilidad de pensamiento pues mientras el izquierdo es analítico y fragmentador, el derecho es integrador y globalizador. Igualmente el despliegue simultáneo de ambos lados del cerebro favorece la flexibilidad de pensamiento, pues el hemisferio izquierdo es razonador y sigue patrones y coordenadas, en tanto que el derecho es intuitivo, se abre a lo desconocido. Mientras el hemisferio derecho permite el desborde de las emociones, el izquierdo las controla, llevándolas entre ambos a un punto de balance que optimice su efecto frente a los momentos de incertidumbre y de desasosiego.

No es tarea fácil para el docente de Matemática balancear lo cognitivo y lo afectivo en su proceso de enseñanza. Ponderar lo afectivo significa tomar en cuenta las diferencias individuales; los diversos esquemas de aprendizaje; el estado anímico, las actitudes, las creencias, los sentimientos, las satisfacciones e insatisfacciones, las expectativas; hacer sentir a los estudiantes, sobre todo a los menos aprovechados en la materia, que ellos si son tomados en cuenta, que pueden comprender y aprender, aun dentro de sus limitaciones. Significa procurar que los estudiantes aprendan a aprender para brindarles autonomía en su crecimiento personal y en su futuro profesional y posibilitarlos para, con nuevos conocimientos, enfrentar nuevas incertidumbres, pues lo que hoy están aprendiendo seguramente ya habrá perdido vigencia para cuando ellos culminen los estudios formales.

Reflexiones finales

Hemos desarrollado algunas ideas en relación a la incertidumbre como condición inherente a la existencia humana y a la necesidad de formar ciudadanos aptos para desenvolverse en situaciones donde el azar siempre estará presente. Formar para la incertidumbre debe ser un tema educativo transversal, por lo tanto abordable desde las distintas disciplinas pero con una visión transdisciplinar que permita tomar conciencia de las múltiples interrelaciones que se suscitan en el acontecer humano. La Educación Matemática, como hemos querido resaltar, cumple un papel importante hacia este propósito, para cuyo logro no existen recetas únicas. No obstante, hemos centrado nuestra atención en algunas categorías que se muestran prometedoras para hacer ostensible ese educar en y para la incertidumbre como son: el desarrollo del pensamiento matemático y del pensamiento estadístico en un entorno de afectividad y de contextualización de las situaciones de aprendizaje. Aspiramos en el desarrollo de este minicurso generar una reflexión y una discusión provechosas que abran caminos a nuevas formas de actuar en nuestro actuar docente.

Referencias y bibliografía

- Batanero, C., Díaz, C. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, 83, 7-18.
<http://www.sineuton.org/numeros>.
- Batanero, C. y Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Universidad de Granada: departamento de Didáctica de la Matemática
- Coronado, J. (s/f). *Educación para la incertidumbre*. Documento en línea. Disponible:
<http://ined21.com/educar-para-la-incertidumbre/>
- Creatividad y competencias matemáticas. *Hoja de trabajo 14*. (s/f). Documento en línea. Disponible:

- upvv.clavijero.edu.mx/...pensamiento_matematico/.../hojadetrabajo14.pdf
- Escotet, M. (2011). Educar para la incertidumbre es absolutamente necesario en estos tiempos. *Revista Eduga* 59. www.miguellescotet.com/webnews/edugainterviwiw.ES.html.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy: Meaning, components, responsibilities. *International review* 70(1), 1-25.
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education* 10(3). On line: www.amstat.org/publications/jse/
- Innerarity, D. (2008). *El retorno de la incertidumbre*. Documento en línea. Disponible <http://www.caffereggio.net/2008/10/07/el-retor-de-la-incertidumbre-de-daniel-innerarity-en-el-pais/>. [Consultado: Agosto 2014]
- Lanz, R. y Ferguson (2005). *La reforma universitaria en el contexto de la mundialización del conocimiento*. *Observatorio Internacional de reformas Universitarias (ORUS)*. Disponible en: debatecultural.org/Observatorio/RigobertoLanz22.htm
- León, N. (2005). Alfabetización y desarrollo del pensamiento estadístico. *V Congreso Iberoamericano de Educación Matemática*. Porto, Portugal.
- León, N. (2009). *Teaching statistics for the real life*. Comunicación oral. CIAEM, Canadá
- León, N. (2011). Un recorrido de lo certero a lo probable por los caminos de la ciencia y de nuestra acción ciudadana. *Enseñanza de la Matemática*. Número especial.
- López, L. (2004). Directivos con nuevas tecnología de información y comunicación. *Espacios*, 25(3) Matemáticas (S/F). Documento en línea. Disponible en www.gobiernodecanarias.org/educacion/udg/ord/...8matematicas.pdf
- Morin, E. (2000). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. IESALC/UNESCO, Caracas.
- Morin, E. (2011). *La vía para el futuro de la humanidad*. Paidós, España.
- Morin, E. Ciurana, E. y Motta, D. (2002). *Educar en la era planetaria. El pensamiento complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Editorial Gedisa S.A, Valladolid, España.
- Peralta, R. (1999). Educación y transdisciplinariedad. Un desafío para el pensamiento complejo en América Latina. *RELEA. Revista Latinoamericana de Educación Avanzada*, 17, 17-30.
- Ramos, R. (s/f). *Del riesgo a la incertidumbre y el miedo*. Documento en línea. Disponible: www.unavarra.es/puresoc/pdfs/c-salaconfe/ramos2.PDF
- Sánchez, E. y Candín, P. (2010). Niveles de razonamiento probabilístico de estudiantes de bachillerato frente a tareas de distribución binomial. *Educación Matemática Pesquiza*, 12(3) 598-618.
- Schild, M. (2008). *Statistical literacy and Mathematical thinking*. Comunicación oral presentada en ICME 9. Monterrey
- Shaughnessy, J., Chance, B. y Kranendock, H. (2009). *Focus in high school mathematics: Reasoning and making sense in statistics and probability*.
- Ugas, G. (2007). *La ignorancia educada y otros escritos*- Lito Formas, San Cristóbal, Venezuela.
- Zaldívar, M. (2009). Propuesta de temas estimuladores para el desarrollo de la flexibilidad y fluidez del pensamiento en la enseñanza de la física. ODISEO. *Revista electrónica de Pedagogía*, 6(12).
- Zaldivar, M., Sosa, Y. y López, J. (2006). Definición de la flexibilidad de pensamiento desde la enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(4).