

Razonamiento natural y educación matemática¹

Gladys Acurero Oliveros* María Josefina Escalona Fuenmayor **

Universidad del Zulia

Resumen

Algunos resultados de investigación educativa, en los alumnos de Educación Básica, muestran el uso de argumentaciones para resolver problemas matemáticos que van contra los juicios lógicos tradicionales (Nava y Escalona, 1988). Otros estudios, ubicados en el contexto epistemológico, indican que las razones de los individuos, denominada razonamiento 'natural', violan las restricciones elementales de racionalidad clásica (Da Costa and French, 1993). El modelo de racionalidad 'natural' muestra la argumentación como un proceso inductivo; el cual sustenta una forma arracional o de racionalidad que mide los grados de incerteza de los hechos.

Este informe presenta reflexiones que complementan las investigaciones del área educativa con los estudios epistemológicos indicados, en cuanto al modo de razonar de docentes y estudiantes; porque esta vinculación permitirá tener una visión más completa para planificar actividades educativas, fundamentalmente de saberes matemáticos.

Palabras clave: Razonamiento natural, racionalidad, intuición, ciencias cognitivas.

Recibido: 08-12-98 • Aceptado: 15-07-99

* Dra. en Filosofía de la Ciencia. Prof. Titular, Dpto. de Ciencias Humanas / Fac. Experimental de Ciencias/LUZ

** Mg. en Matemáticas Aplicadas. Prof. Titular, Centro de Estudios Matemáticos/Fac. de Humanidades y Educación/LUZ.

1 Dirección: Ciudad Universitaria Antonio Borjas Romero, Fac. de Humanidades y Educación, Bloque H, Ofc. H-114, Maracaibo – 4011, La Universidad del Zulia. E-mail: CEMAT@luz.ve

Natural Reasoning and the Education of Mathematics

Abstract

Some of the results of educational research on basic education students indicates the use of mathematical problem solving arguments which are contrary to traditional logical judgements (Nava and Escalona, 1988). Other studies on epistemological aspects, indicate that individual reasoning, known as 'natural' reasoning, violates the elemental restrictions of classical rationality (Da Costa and French, 1993). The model of 'natural' rationality shows this reasoning to be an inductive process; which is based on an a-rational form, or on a rationality that measures the degree of uncertainty as to what is happening.

This report presents certain reflections that complement this educational research with the aforementioned epistemological studies as to the manner of reasoning on the part of students and teachers; because this relationship will permit a more complete vision for the planning of educational activities, fundamentally in reference to mathematical knowledge.

Keywords: Natural reasoning, rationality, intuition, cognitive sciences.

Introducción

La preocupación compartida entre científicos y filósofos por el razonamiento o la argumentación 'natural' de los individuos ha permitido ahondar los estudios sobre la problemática de la explicación científica. En particular, se observa que en este tipo de investigaciones, no se trata la trascendencia que para la educación estas propuestas puedan tener. No obstante, la experiencia indica que éstas desencadenan fuertes controversias en el mundo de la educación formal.

En especial, los estudios sobre procesos de interiorización de saberes matemáticos en los escolares activos de niveles iniciales, las observaciones al desenvolvimiento en las actividades en el aula por escolares y docentes activos de las mismas etapas iniciales, muestran respuestas generalmente confusas. Este panorama se presenta más desolador para el caso de observar a docentes preocupados por aplicar estrategias novedosas de enseñanza; particularmente, durante las actividades educativas del área matemática. En la actualidad hay grupos de docentes

utilizando estrategias de enseñanza efectivas en países del primer mundo o, en casos inusuales, propuestas por la comunidad de expertos del país; sin embargo, los resultados de aprovechamiento estudiantil se mantiene en niveles bajos (Duplá, J., 1991). Es corriente, en las situaciones observadas, escuchar en las argumentaciones utilizadas por los alumnos, para resolver problemas matemáticos, una carga de intuiciones y razones que le son familiares. Por otro lado, se tiene que el formalismo matemático usado por el docente o el mostrado por los buenos textos está, generalmente, sustentado en la lógica tradicional. Todo lo expuesto sustenta que la racionalidad del docente va por un lado y la de sus alumnos va por otro, en los períodos iniciales de la educación formal; y, muy posiblemente estas converjan en el caso que los alumnos superen los obstáculos en sus modos de racionalidad, la cual pasa a ser ortodoxa.

Una de las posibles relaciones entre las situaciones presentadas, trae al escenario interrogantes tales como: ¿Las estrategias de enseñanza están en correspondencia con los procesos metacognitivos de los alumnos?, ¿ Los modos de razonar o argumentar los alumnos y sus docentes son parecidos a los utilizados en el rigor de las demostraciones matemáticas? En esta oportunidad se tratará la segunda interrogante. Para lograr esto; primero se mostrará la forma de razonar clásica en matemática; luego se presentará la racionalidad

'natural' en el contexto de las ciencias cognitivas; y, finalmente se exponen algunas implicaciones que estas racionalidades tienen para el diseño de estrategias de enseñanza del área matemática. La consideración de este aspecto del contexto epistemológico conjuntamente con componentes psico-socio-educativos permite complejizar más aún la investigación en el área educativa; no obstante, posibilita el logro de soluciones más 'naturales' y permanentes al problema propuesto.

La Argumentación en Matemática.- Desde la perspectiva del rigor matemático, la racionalidad se asume como una lógica deductiva. Una estructura organizada bajo términos teóricos, definiciones, axiomas con los cuales se opera mediante procesos deductivos para crear nuevos formalismos matemáticos; el juego consiste en usar los términos teóricos, definiciones, axiomas, y/o teoremas aplicando a los mismos reglas lógicas clásicas para verificar el teorema por demostrar. Estos procedimientos conforman un cuerpo sistemático que hace uso de la lógica que da sustentación al rigor matemático; no obstante, para concluir en la demostración, es decir la creación matemática, la historia ha demostrado que inicialmente se usan razones intuitivas o familiares al descubridor, tal es el caso del descubrimiento de la cuadratura de la parábola, por Arquímedes (Costa, 1981).

El juego formal matemático, necesita garantizar que un teorema es lógicamente deducido de un conjunto

de axiomas y/o teoremas; sin embargo, esta sustentación fue destruida con el teorema de indecidibilidad de Gödel. Éste produjo un resquebrajamiento en argumentación matemática; porque, *"alerta a todo sistema formal de incompletitud y de incapacidad de demostrar ser no contradictorio (consistencia) con la sola ayuda de sus recursos"* (Morin, 1991). Después de siglos utilizando razones formales para demostrar o sustentar la explicación de abstracciones surge una posición que bajo las mismas premisas operacionales coloca en entredicho las estrategias del juego formal hasta el momento concebidas. Esta problemática no afecta el trabajo matemático propuesto para los niveles educativos básicos; no obstante, previene del abuso que hasta el presente se ha tenido en la comunicación de formalismos matemático en el aula. Esta recomendación, alerta sobre la consideración de elementos epistemológicos antes y durante la labor docente en el aula.

Argumentación 'Natural'.-Los sistemas racionales, desde su nacimiento en Grecia, han obedecido a principios, axiomas u operaciones lógicas ortodoxas. Sin embargo, las tentativas de purificación del lenguaje, las matemáticas y, el pensamiento culminan con Wittgenstein, Carnap y el Círculo de Viena, en la búsqueda de una filosofía que estuviera limpia de lo arbitrario, la palabrería, la insignificancia metafísica, y que tuviera, simultáneamente, el rigor y la validez de la ciencia (Morín, 1991). Desde

esta perspectiva, la racionalidad se asume como una lógica deductiva. Este modo de argumentación se preocupa por crear estrategias con cánones prefijados desde su nacimiento, en ella no se observa que los individuos nacen con los elementos primarios de la misma, en otras palabras es un producto cultural.

Es evidente que la labor científica debe poseer otras razones que no corresponden a las mencionadas; entonces, las argumentaciones muestran otros elementos y relaciones que no son propias de la racionalidad clásica (ortodoxa). De este debilitamiento de la lógica clásica no hay que concluir en el fracaso de la racionalidad; porque ésta no está urgida de una lógica rígida-ortodoxa sino por el contrario ella puede acudir a una lógica flexible - heterodoxa -. Esta se conoce como racionalidad parcial o verdad pragmática en término de estructuras fragmentadas. Ella permite obtener modelos parciales de un conocimiento dado. A este tipo de argumentación se ha denominado arracionalidad, porque no responde a los postulados de modelos racionales clásicos.

En la década de los sesenta se iniciaron novedosas investigaciones *sobre cómo son realmente los juicios de los sujetos sean éstos científicos o no*. En esas indagaciones se descubrieron aspectos interesantes de la toma de decisión humana. Esa preocupación se mantiene actualmente profundizando más aún los estudios, en la ciencia y la filosofía, que buscan

explicar los modos de razonar los científicos y legos.

El avance de 'la toma de decisión' en la ciencia esta siendo llevado en la actualidad, por algunos científicos, como la interpretación de los fenómenos mediante la utilización de una lógica no-deductiva. Estos estudios han tenido impactos fundamentales en filosofía de la ciencia; y particularmente, los filósofos naturalistas están inclinados a defender esta posición. (Da Costa and French, 1993). Esto se debe a que ellos no apelan a los principios racionales clásicos en la elección de las estrategias para elaborar juicios.

En la relación entre la epistemología, en particular, de las ciencias cognitivas y la explicación 'natural' de la toma de decisión, se tiene que ésta última se apega a cánones de inferencia basados en un sistema de categorías diferentes a los postulados clásicos, en otras palabras son distintos a los procesos abstractos - racionales de demostraciones enunciados por las lógicas ortodoxas. Si se quiere, la interpretación 'natural' es más sencilla, menos ideal (Da Costa, 1993; Morin, 1991; Da Costa and French, 1993). Admitiendo los requerimientos de un razonamiento natural, lo cual significa unificar a científicos y razones 'naturales', Giere (1988) propone un modelo denominado de aproximación cognitiva, como una **estructura conceptual** para representar la realidad; por supuesto, las explicaciones de los fenómenos adheridas a los postulados de

esta concepción no se semejan a las hasta ahora conocidas - deducción, inducción estadística, disposicional, racional, genéticas y teleológicas (Echeverría, 1989).

Un modelo de la toma de decisión humana, que se ubica dentro de la propuesta de Giere (naturalismo con realismo), es presentado por Da Costa and French (1993); en esta aproximación que ofrece una estructura que se acomoda a la toma de decisión 'natural' - selección natural -, basada en una lógica inductiva que evalúa la falta de conocimiento del estado de la verdad del mundo dado por un razonamiento intuitivo. Esta racionalidad va de la mano con una noción de probabilidad más compleja, porque no responde a las definiciones tradicionales. Estos estudios han provocado discusiones que enriquecen los trabajos iniciados por filósofos como Peirce (1839 - 1914).

Peirce (1970) se refirió a la realidad como teorías e hipótesis explicativas del mundo que, aun dependiendo del pensamiento del hombre, se acercarían progresivamente a una verdad objetiva y trascendente; la validez del proceso mental mediante el cual el hombre llega a construir teorías correctas sobre el universo se infieren por inducción. Pero la inducción consiste para Peirce, en sus trabajos iniciales, en una propiedad entre todos los elementos de una colección, lo cual introduce elementos de la teoría del muestreo y los errores. No obstante, en la última etapa del trabajo de

Peirce, la inducción es considerada no porque sea probable, sino porque si se prolonga suficientemente llegará a corregir cualquier error concerniente a la experiencia futura (Peirce, 1970; Eco, 1992).

La propuesta de Peirce provocó la aparición de nuevos modos de observar y estudiar científicamente los fenómenos. Esto conduce a la evaluación de probabilidades subjetivas y valores predictivos que sirven para el juicio racional. Es evidente que se asoman fallas en estos juicios como es conciliar el conocimiento sobre: (i) la materia objeto de estudio; (ii) las leyes de probabilidad, y; (iii) el sesgo de nuestro propio juicio heurístico (Tversky, 1974). Para la probabilidad subjetiva es necesario el dominio de saber o situación objeto de estudio, de ahí que la mayoría de las argumentaciones requieran de un conocimiento profundo o familiaridad con los referidos saberes o hechos. En todo caso la probabilidad definida bajo esta concepción evalúa más el conocimiento que el individuo tenga de los hechos, en otros términos mide los grados de incerteza que se tienen de este conocimiento.

Explicar como es el modo de razonar del hombre, aun desde el nacimiento de la racionalidad clásica, ha sido una preocupación de la humanidad. Su centro de observación no ha cambiado; sin embargo su explicación continua aproximándose, en el presente, más a los procesos mentales del ser humano.

1. ¿Qué clase de razonamiento es evidente en la toma de decisión natural?

Se conoce que en muchas toma de decisiones los procesos de razonamiento de la gente corresponden a intuiciones; o mejor aun, estas razones favorecen la familiaridad de los sujetos con los hechos o fenómenos. Aceptando esta última afirmación se podrá asumir que esta clase de argumentación, durante una indagación, es esencialmente diferente a la usada en las actividades de la vida diaria. La familiaridad para argumentaciones en decisiones de lo cotidiano no es compatible con las racionalidades propias de la explicación científica. Investigaciones recientes en el campo de la psicología sobre la toma de decisión 'natural' sugiere que las personas a menudo razonan utilizando vías que violan ciertas restricciones elementales o racionales; en otras palabras las decisiones naturales de los individuos van contra la racionalidad clásica. Estos estudios invitan a revisar los modelos 'tradicionales' de decisión científica; porque ellos pueden ser modificados o abandonados.

Se conoce que en muchas situaciones los procesos de razonamientos de la gente corresponden a intuiciones. Las decisiones que se toman después de buscar explicaciones a un hecho o fenómeno están basadas en los pensamientos concernientes a la probabilidad de la incerteza de los eventos (falta de conocimiento

del estado de verdad del hecho) como resultado de un experimento, la consecuencia de una operación o el valor futuro de una inversión, a esta probabilidad se le denomina subjetiva. En general, en la actualidad, no se tienen modelos apropiados de acuerdo con los cuales la probabilidad subjetiva de los eventos podría ser calculada; porque las generalizaciones de estos procesos particulares, debidas a la creencia de cada individuo, son muy complejas. Los estudios actuales están en busca de un soporte numérico que sustente la definición de modelos formales que explique este tipo de fenómeno. Es obvio que los conflictos entre los conceptos intuitivos - en particular los de probabilidad subjetiva - y la estructura lógica de este concepto son dificultosos; una posible explicación se debe a que la evaluación de incerteza esta basada en los juicios intuitivos del ser humano. Por un lado no se puede abandonar la heurística; porque mucho de nuestro conocimiento del mundo esta ligado a la evaluación de la incerteza (Tversky, 1978). No se pueden negar las leyes de probabilidad, porque ellas aprehenden (aprisionan) importantes verdades del mundo. El problema consiste en retener que es útil y válido en los razonamientos intuitivos durante la conexión de los errores y sesgos a los cuales son propensos.

Para los naturalistas las confusiones de los sujetos son explicadas por sus errores y es lo que ellos tratan de explicar. La intuición parece ser el opuesto de lo riguroso, o de lo lógico,

o de lo formal. La lógica tradicional parece ser claramente comprendida; por el contrario, la intuición se muestra indefinible. Fischbein, citado por Otte, define la intuición como la función "de crear una apariencia de certeza, de unir diversas interpretaciones o representaciones o atributos de certeza intrínseca, incuestionable. En esta definición se expresa una tendencia fundamental, bastante consistente de la mente humana: La búsqueda de la certeza" (Otte, 1993).

La decisión tomada es resultado de la búsqueda y explicaciones, usualmente basadas en los grados de probabilidad de la incerteza. No obstante, es fácil observar la incoherencia en el razonamiento probabilístico y estadístico, aparentemente revelado en el trabajo de Da Costa and French, sobre las interpretaciones objetivas del cálculo axiomático de probabilidad. Como siempre el debate consiste si tales defectos aparentes son claros indicadores de arracionalidad. El punto central de la discusión son los procedimientos de razonamiento usados por las personas cuando ellas piensan intuitivamente o de modo natural.

Los resultados de las posibilidades de los juicios; tanto o más que las ilustraciones de las particularidades vividas de como nuestras intuiciones pueden adelantarse a nosotros, extraviando algo como las apariencias de al menos qué respuestas adecuadas sean dadas; responden más a operaciones para evaluar la probabilidad y predecir valores. En general, los modos de juicios son bastante

fructíferos y efectivos; tales como, los juicios por: representaciones, disponibilidad y ajuste.

Decisión Natural e Inducción.-

Tal como se ha presentado hasta el presente, en los estudios de la naturaleza se nota un predominio del método deductivo como forma de explicación. Las explicaciones en la vida cotidiana incluso 'naturales', y en las cuales se dan por supuestas las leyes de sentido común, es muy diferente al esquema presentado para la interpretación de fenómenos mediante el método deductivo (Carnap, 1969).

Se conoce que las explicaciones inductivas son válidas, como nota básica de las ciencias y del hombre; porque se emplean sistemáticamente razonamientos inductivos -de ahí se advierte el hecho de que la ciencia pareciera arracional-. No se tiene duda que el proceso inductivo es fallible, pero una de las cosas que se busca en la naturaleza a través de la inducción es la regularidad; porque es sólo por medio de las regularidades que se obtienen coordenadas de la realidad, o mejor aproximaciones a la realidad (Da Costa, 1993). El problema central de la inducción consiste en hallar alguna forma de justificación de todos los tipos de inducción.

Como los conceptos tradicionales de razón se muestran impotentes para resolver el estado actual de las cosas, se produce la necesidad de enfrentar la inducción. Debido a que la explicación 'natural' corresponde más a argumentaciones inductivas que ciertas conquistas recientes,

han contribuido a entender mejor la inducción y su significado de las ciencias reales. Para esto, utilizan lógicas para las cuales la racionalidad y la lógica normal no se identifican. El sistema lógico heterodoxo o no-clásico satisface por lo menos dos condiciones: 1) Su lenguaje difiere del lenguaje de la lógica clásica, especialmente por su interpretación semántica, y; 2) Algunos de los principios de la lógica clásica, como por ejemplo, el tercero excluido, de no contradicción y el de identidad, no se cumplen (Da Costa, 1993).

Este tipo de lógica no rivaliza con las tradicionales, sólo es otro modo de enfrentar las estructuras. La selección de ella obedece más a principios pragmáticos de la razón, es decir, se basa en los objetos considerados, la simplicidad, comodidad, poder explicativo, desarrollo de las ciencias, familiaridad con el hecho. Por consiguiente, la lógica no se encuentra determinada a priori, lo estará por la esencia del espíritu humano, sea por la propia configuración del universo.

2. Aproximación Cognitiva. Modelo teórico de aproximación a la toma de decisión natural

En las décadas de los años cincuenta y sesenta hubo un considerable interés y adelantos dentro de la psicología cognitiva, en un área que puede abarcar los estudios de percepción, resolución de problemas,

evaluación de procesos, razonamientos, formación de conceptos y procesamiento de la información por humanos en general. Estos estudios de los procesos de discernimiento han producido dos conclusiones firmes: La primera, el individuo tiene capacidad de procesamiento de información limitado; la segunda, puesto que el humano es un organismo adaptado, la naturaleza de su labor de razonamiento es una superficie determinada por una extensión muy grande de posibles estrategias, que él puede emplear para profundizar en esa labor (Hogarth, 1976).

Algunos trabajos de investigación en psicología indican que los errores normales en la toma de decisión de los individuos se deben al uso de procedimientos heurísticos establecidos. Éstos pueden deberse a las deficiencias básicas en la habilidad de razonar -en el sentido clásico- de los sujetos. Los individuos al dar explicaciones pueden ignorar el papel fundamental que juega la construcción del modelo en atención a la búsqueda de juicios bajo incerteza. Los fracasos en los ejercicios no deben verse como evidencias en la habilidad de razonar, sino más bien como indicadores de la ignorancia del modelo, en el sentido natural, más apropiado para la situación. Muchas personas no tienen a su disposición modelos que les hagan posible procesar información básica o ellos simplemente no saben que hacer con estos modelos, ésto hace que utilicen sólo la información por ellos procesable (Da Costa and French, 1993).

Estudios empíricos recientes indican que los individuos usan un 'prototipo heurístico' en el razonamiento deductivo, es decir diseñan un conjunto de estrategias de atajo que estructuran y explotan, en términos de ejemplos mejores. Hay evidencias que sugieren que usando estos procesos formales incorrectos como un hecho racional tradicional constituye una toma de decisiones con baja proporción de errores. Estos modelos, aunque estrictamente inadecuados, son al menos parcialmente útiles; y es de esto, que ellos derivan su utilidad y equivalente pragmático - funcional -. Sin embargo, ellos usan estos modelos porque no conocen que son inadecuados y la 'realidad' no es siempre dada, especialmente donde el razonamiento estadístico o probabilístico es importante (Da Costa and French, 1993). Estos planteamientos pueden ser superados si: 1) Los modelos son aplicados a situaciones donde son parcialmente exitosos; y, 2) Hay un intercambio benéfico en términos del tiempo y la energía envuelta en el uso del modelo más adecuado conveniente a la complejidad total. Esto quiere decir que algunas teorías serían pragmáticamente adecuadas en ciertas restricciones de su dominio de aplicación; ésto último se debe a recientes formalizaciones de la noción de 'verdad pragmática' en términos de 'estructuras parciales'. Los modelos naturales de estructuras parciales de racionalidad son más próximos al modo de racionalidad 'natural'; sin embargo los científicos y filósofos de las ciencias cogniti-

vas han tenido que crear o están en el proceso de crear nuevas herramientas para explicar la naturaleza de la racionalidad 'natural'.

3. Razonamiento en matemáticas y educación matemática

Para iniciar este apartado se discute acerca de intuición y lógica clásica. La lógica 'parece' ser comprendida; no obstante la intuición se muestra indefinible. En párrafos anteriores indicamos que la intuición 'crea una apariencia de certeza'; sin embargo, para los científicos cognitivistas, la intuición expresa una tendencia bastante consistente de la mente humana que busca la similaridad (Giere, 1988).

La discusión del razonamiento en matemática comparte las posiciones presentadas al inicio de este trabajo; pero, para el mundo de los matemáticos la presentación de las mismas ha constituido una permanente controversia. Es por ello que, en la evaluación de posibilidades, las predicciones de los resultados, la toma de decisiones, los sujetos producen representaciones (conceptuales o icónicas) que ofrecen un alto grado de credibilidad para ellos.

Esa es, esencialmente, una actitud cartesiana. Descartes reconocía dos tipos de cognición: La intuición y la deducción, que no le parecían opuestas porque la mente infinita de Dios les garantizaba conexión (Otte, 1993).

Para Descartes (1596-1650) el objetivo es el insight intuitivo, en cuanto a la deducción lógica es un medio, la verdad está fundada en la intuición no en la lógica, no en la prueba. Desde el siglo XIX, la intuición ha sido tomada como engañosa más que como un instrumento de invención matemática. Los intuicionistas modernos como Poincaré, distinguen diferentes tipos de intuición; él identificó la intuición matemática como un razonamiento inductivo, parecido a la expresión de la estructura propia de la mente humana. Estas posiciones fueron fuertemente confrontadas en eventos tales como el Congreso Internacional de Matemáticas, París, 1900. Actualmente, las discusiones sobre los microcomputadores muestran una prioridad de conceptos e ideas intuitivas sobre la información y las reglas del pensamiento humano. Esta dicotomía intuición - formalismo repercute fundamentalmente en los planes de los cursos de matemática. La imagen visual de una prueba no es un argumento racional válido para probar; no obstante, resulta de gran ayuda para formalizar y concluir en la verdad demostrable. Esto resulta ser potencialmente útil para los docentes de matemáticas y áreas afines, en otras palabras es un valor epistemológico. (Dreyfus, 1994).

La intuición y la lógica tradicional inician su debate desde Platón y Aristóteles en Grecia, en ese momento la intuición dio paso a la razón lógica ortodoxa para mantener ésta última su supremacía por siglos. Descartes trae nuevamente la discusión al es-

cenario científico pero concibiéndolas como complementarias. En todos estos estudios no se observa un interés por como es realmente el proceso, si no, por el contrario se profundiza en reconocer cual es el que ofrece mayor valor de verdad. Para la comunidad de matemáticos posterior al 1900, las discusiones se semejan a las de los científicos cognitivos entre la propuesta de la toma de decisión 'natural' y la razón clásica. A la controversia se agregan las discusiones actuales sobre computadores, la prioridad de conceptos e ideas intuitivas sobre información, el uso de razones intuitivas-heurísticas e inductivas.

En el plano educativo-matemático, esta posición no rechaza el libro de texto como medio para aprender contenidos formales o resultados matemáticos y de ciencias afines, sino que sugiere complementar la educación matemática con la preocupación por el proceso y no por el resultado. En el proceso de aprender contenidos como los formalismos matemáticos se recomienda atender los procedimientos 'naturales' de argumentación de los educandos; esto es, no se deben usar procedimientos contra natura. La dinámica de la actividad de los escolares hace que las razones 'naturales' puedan evolucionar a modelos más próximos a los procesos de sus creadores, tal como procedió Platón o como lo sugirió Poincaré. Además, porque se debe recordar que muchos de los conceptos matemáticos son comprendidos tiempo después de su descubrimiento.

Iniciar actividades didácticas que aproximen los procesos mentales de los infantes a los formalismos y generales de la racionalidad matemática invita a pensar en la formación de un docente con una mayor empatía con sus discípulos. Esto no deja de ser el reto que se plantea permanentemente en el ámbito de la formación de formadores.

Conclusiones

- Según trabajos en el área de las ciencias cognitivas, las decisiones de los sujetos están basadas en los pensamientos concernientes a la probabilidad de la incerteza de los eventos como resultado de un experimento. En otras palabras la evaluación de incerteza esta basada en los juicios intuitivos del ser humano, esto es en la familiaridad que tengan con los hechos o fenómenos.
- Debido a que la explicación 'natural' corresponde más a argumentaciones no - deductivas, es que ciertas conquistas recientes han contribuido a entender mejor la inducción y su significado de las ciencias; porque utilizan lógicas para las cuales la racionalidad clásica y la logicidad tradicional no se identifican.
- El rigor de las demostraciones matemáticas ha tenido presente modos de razonar diferentes; además, los docentes ya formados, usan una racionalidad clásica y en los alumnos predomina la intuitiva.

ción. Todos estos elementos deben ser considerados en la didáctica matemática en el momento de la planificación.

- Reconocer la importancia de conocer los procesos de argumentación 'natural' de los educandos permite rescatar un medio útil al docente durante la actividad de enseñanza de asignaturas como la matemática, física, estadística, entre otras.

Referencias bibliográficas

- BARNETT, V. (1973). "Comparative Statistica Inference", 2 edición (1982), Edt. John Wiley and sons, Chischesters, 325 pp.
- CARNAP, R. (1969). "Fundamentación lógica de la Física", Tador: Néstor Mi-guens, Edt. Sudamericana, Buenos Aires, 387 pp.
- COSTA, M. (1981). "As idéias fundamentais da matemática e outros ensaios". Edt. Convivio, Sao Paulo, pp 181-188.
- DA COSTA, N. (1993). "Lógica indutiva e probabilidade, 2 edición, Editora HUCI-TEC, Editora Da Universidades de Sao Paulo, Sao Paulo, 89 pp.
- DA COSTA, N and FRENCH, S. (1993). "A Model theoretic approach to 'natural' reasoning". International Studies in the philosophy of Science, vol. 7, No. 2, pp 177-190.
- DREYFUS, T (1994) "Imagery and reasoning mathematics and mathematics education", Selected Lectures from the 7th International Congress on Mathe-matical Education. Les presses de L'Université Laval, Québec.
- ECO, U. (1992). "Los límites de la interpreta-ción", Traductor: Helena Lozano, Edt. Lumen, Barcelona, 1era edición, 405 pp.
- ECHEVERRÍA, J. (1989). "Introducción a la metodología de las ciencias", Edt. Barcanova, Barcelona.
- GIERE, R. (1988). "Explaining SCIENCE. A cognitive approach", The University of Chicago Press, Chicago, 321 pp
- HOGARTH, R. (1975). "Cognitive Processes and the assessment of subjective probability distributions. JASA. june, vol 70, Num 350, pp 271-294.
- IZQUIERDO, M. (1996). "Modelo cognitivos de Ciencia y enseñanza de las cien-cias. Historia de la ciencias y curricu-lum", mimeografiado, Dpto. de Didác-tica de las Ciencia y las Matemáticas, Universidad Autonoma de Barcelo-na, Barcelona, 17 pp.
- MORIN, E. (1991). "El método. Las ideas". Ediciones Catedra, Colección Teore-ma serie mayor, Madrid, 267 pp
- NAVA y ESCALONA (1988). "Estudio al Pro-yecto: Módulo Tutorial resolución de problemas del CENAMEC", Informe proyecto. Centro de Estudios Mate-máticos. Fc de Humanidades y Edu-cación Universidad del Zulia. Mara-caibo.
- OTTE, M. (1938). "O formal, o social e o subje-tivo: uma introduçao à filosofia e à di-dática da matemática. Editora da Uni-versidade Estadual Paulista, (1993), Sao Paulo, 323 pp.
- TVERSKY, A. (1974). "Assessing Uncer-tainty" Journal Royal Statistics So-ciety, Serie B, No. 36, pp 148-159.