CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA
2006, Año 1, Número 1

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
El Trabajo de Allan Schoenfeld[1]

Hugo Barrantes
www.cimm.ucr.ac.cr/hbarrantes
Centro de Investigaciones Matemáticas
y Meta-Matemáticas, UCR
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales UNED

Resumen

En este artículo se describen las principales ideas de Schoenfeld sobre la Resolución de Problemas: su punto de partida en G. Pólya, los asuntos esenciales que señala este autor para este tipo de estrategias, con especial énfasis a la dimensión de las creencias sobre las matemáticas.

Abstract

In this article we describe the principal ideas of Schoenfeld about Problem Solving: his point of departure with G. Pólya, the essential matters this author indicates for this type of strategies, with a special emphasis on the dimension of mathematical beliefs.

Palabras clave

Educación Matemática, Pedagogía, Matemáticas

Allan Schoenfeld es un matemático norteamericano quien, terminando de estudiar Matemática pura, se encontró con el primer libro de Pólya. Su lectura le entusiasmó y le hizo preguntarse por qué nadie le había enseñado ese texto cuando estudiaba. En su opinión, le habría servido de mucho; por eso, se dio a la tarea de preguntar a los miembros de la Facultad de Matemáticas las razones de esa ausencia.

Algunos no lo conocían, y los que lo conocían señalaron que lo que Pólya decía no funcionaba.

Schoenfeld también indagó un poco con profesores que entrenaban estudiantes para participar en olimpiadas matemáticas; y la respuesta fue similar. El interés de Schoenfeld nace precisamente aquí: al averiguar que la gente que se dedicaba a trabajar con personas que va a resolver problemas (en olimpiadas) no usaba las ideas de Pólya, y, más bien, decían que no funcionaba.

Cabe rescatar que el trabajo de Pólya fue una síntesis de ideas que él tenía, pensamientos que sistematizó, no realizó investigación de campo con estudiantes propiamente. La trascendencia del trabajo de Pólya radica en hacer evidente la

[1] Este texto es una trascripción editada de una conferencia impartida por el profesor **Hugo Barrantes**, el 25 de marzo del 2006 en un *Seminario Teórico*. La trascripción y edición preliminar de la misma fue realizada por la estudiante de la Universidad Nacional **Eunice Madrigal**. La versión final incluyó la revisión y edición por parte del autor.

importancia de resolver problemas como medio de crear conocimiento en matemáticas y sus posibilidades en el aprendizaje de esta disciplina.

SCHOENFELD Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Schoenfeld publicó su libro *Mathematical Problem Solving* en 1985, basado en trabajos realizados en los años 80 del siglo XX.

Realizó experiencias con estudiantes y profesores en las que les proponía problemas a resolver; los estudiantes ya tenían los conocimientos previos necesarios para poder afrontar su solución; los profesores tenían la formación previa para hacerlo. Los problemas eran suficientemente difíciles (siguiendo las ideas de Pólya).

Schoenfeld veía cómo actuaba cada uno de ambos grupos durante la resolución de problemas; por ejemplo, ponía a trabajar a los estudiantes en parejas, grababa, filmaba y pedía apuntes, y además iba anotando todo lo que hacían durante el proceso de trabajo.

Al final de todos estos experimentos, Schoenfeld llegó a la conclusión de que cuando se tiene o se quiere trabajar con resolución de problemas como una estrategia didáctica hay que tener en cuenta situaciones más allá de las puras heurísticas; de lo contrario no funciona, no tanto porque las heurísticas no sirvan, sino porque hay que tomar en cuenta otros factores.

ALGUNA DIMENSIONES

Recursos

Lo primero que Schoenfeld señaló es la categoría de los **recursos**. Éstos son los conocimientos previos que posee el individuo; se refiere, entre otros, a conceptos, fórmulas, algoritmos, y, en general, todas las nociones que se considere necesario saber para enfrentarse a un determinado problema.

Obviamente, en cuanto a los recursos, uno de los aspectos importantes es que el profesor debe estar claro sobre cuáles son las herramientas con las que cuenta el sujeto que aprende. Esto es así porque si a la hora de resolver un determinado problema el individuo no cuenta con las herramientas necesarias para encontrar la solución, entonces, no va a funcionar.

También cita algo que él llama un *inventario de recursos*, donde el profesor debe conocer cómo accede el estudiante los conceptos que tiene. Alguien puede tener una serie de conocimientos y no puede acceder a ellos de ninguna manera.

El otro asunto es el de las *circunstancias estereotípicas*, que Schoenfeld dice que provocan respuestas estereotípicas. Por ejemplo, a alguien le ponen a resolver un problema, por ejemplo, cómo encontrar un punto máximo; entonces, quien lo trata de resolver simplemente dice: aquí tengo que encontrar una función de alguna forma, derivar, ver dónde se hace cero la derivada, y analizar dicho punto; esa sería una respuesta estereotípica ante un problema de máximos. Ahora bien, llegar a esa fórmula no es necesariamente fácil, la función que hay que derivar puede ser compleja, etc., pero el procedimiento de resolución se da de manera casi automática.

Otra cuestión son los *recursos defectuosos*. El estudiante tiene un almacén de recursos, pero algunos pueden ser defectuosos; por ejemplo, alguna fórmula o procedimiento mal aprendido o que él cree que se usan en alguna situación pero resulta que no es así.

Algo muy importante es que muchas veces el profesor pone un problema y dice que es muy fácil, lo dice porque tiene años de manejar el tema y pierde la perspectiva de la dificultad que, tal vez, incluso para él, tuvo en alguna ocasión anterior. Hay que tener claro que lo que para unos es fácil, no necesariamente lo es para todos.

Otro aspecto: un gran número de errores en procedimientos simples puede ser el resultado de un aprendizaje erróneo. Esto está relacionado con la forma en que el estudiante accede a la información y, también se refiere a la forma en que él la tiene estructurada; es decir, ante una situación alguien puede pensar una cadena de conceptos alrededor de ésta, aunque no necesariamente estén bien ligados.

Por ejemplo, el alumno tiende a extrapolar propiedades tal como la linealidad; dado que: $\frac{a+b}{c}=\frac{a}{c}+\frac{b}{c}$, $(a\cdot b)^n$ es $a^n\cdot b^n$, entonces, ¿porqué $\sqrt{a+b}$ no va a ser $\sqrt{a}+\sqrt{b}$?

Heurísticas

Schoenfeld dice que hay una problemática con las heurísticas en el trabajo de Pólya, y es que prácticamente cada tipo de problema necesita de ciertas heurísticas particulares; por ejemplo, Pólya propone como heurísticas hacer dibujos, pero Schoenfeld dice que no en todo problema se puede dar este tipo de heurística específica.

En general, el problema con las heurísticas tal como lo propone Pólya, según Schoenfeld, es que son muy generales, por eso no pueden ser implementadas. Dice que habría que conocerlas, saber cómo usarlas, y tener la habilidad para hacerlo. Esto es así porque, posiblemente, mientras el estudiante aprende un cúmulo de heurísticas particulares, ya podría haber aprendido mucho sobre otros conceptos.

Control

Se refiere a cómo un estudiante controla su trabajo. Si ante un determinado problema puede ver una serie de caminos posibles para su solución, el estudiante tiene que ser capaz de darse cuenta si el que seleccionó en determinado momento está funcionando o si va hacia un callejón sin salida; es decir, tiene que darse cuenta a tiempo, retroceder e intentar de nuevo por otra vía.

Le sucede casi a cualquier persona que, resolviendo un problema, tiene la firme convicción de que se soluciona usando el método que escogió, y aunque no sale, sigue intentándolo. Posteriormente lo retoma y sigue por el mismo camino, hasta que en algún momento se da cuenta que eso no era así, y que entonces debe buscar otra vía completamente distinta.

Puede haber varias estrategias heurísticas posibles que pueden usarse para resolver un determinado problema. Entre esas estrategias puede ser que una o varias sirvan, o que se crea que algunas que sirven no sirvan, o si alguna sirve puede presentar mayores obstáculos que otras. Cada una de las heurísticas o estrategias que se usen pueden tener sus diferencias; puede que se seleccione una que es inútil, existiendo muchas que son útiles. Todo eso debe ser controlado.

Por esto se destaca la importancia de que el estudiante o la persona que está resolviendo el problema tenga una habilidad para monitorear y evaluar el proceso. En cuanto a eso, Schoenfeld señala que es, también, conocimiento de sí mismo: la persona que está resolviendo el problema debe saber qué es capaz de hacer, con qué cuenta, o sea, conocerse en cuanto a la forma de reaccionar ante esas situaciones.

Algunas acciones que involucran el control son:

- Entendimiento: tener claridad acerca de lo que trata un problema antes de empezar a resolverlo. En esto Pólya hace, también, una y otra vez, la observación que si alguien no entiende un problema, no lo va a resolver, y si lo hace, es por casualidad.

- Consideración de varias formas posibles de solución y seleccionar una específica, o sea: hacer un diseño.
- Monitorear el proceso y decidir cuándo abandonar un camino no exitoso y tomar uno nuevo.
- Llevar a cabo ese diseño que hizo, estar dispuesto a cambiarlo en un momento oportuno.
- Revisar el proceso de resolución.

Schoenfeld propone algunas actividades que, según él, pueden desarrollar las habilidades de las personas para el control:

- Tomar videos durante las actividades de resolución de problemas. El video luego se pasa a los estudiantes para que vean qué es lo que han hecho, porque, en general, resuelven un problema y, al final, se les olvida qué fue lo que hicieron.
- Algo que Pólya mencionaba, también: el docente debe tomar las equivocaciones como modelo; es decir, poner un problema en la pizarra, tratar de resolverlo (aún cuando sepa la solución), escoger una estrategia que sabe que no va a llevar a un término y ver en qué momento se decide que esa no lleva a ninguna parte y se opta por otra.

El profesor resuelve problemas como modelo, y, posteriormente, debe discutir las soluciones con todo el grupo para que cada uno aporte ideas.

- Es muy importante cerciorarse si los estudiantes entienden el vocabulario utilizado en la redacción de un ejercicio o de un problema; se debe hacer preguntas orientadoras y evaluar métodos sugeridos por los mismos estudiantes.
- También propone que se resuelvan problemas en pequeños grupos, en un ambiente de trabajo colaborativo; esto para potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas con alguna materia, y, así, que cada uno pueda aprender sobre la forma en que los demás controlan su trabajo.

SISTEMA DE CREENCIAS

Las creencias sobre la matemática inciden notablemente en la forma en que los estudiantes, e incluso los profesores, abordan la resolución de algún problema. Esto afecta, por ejemplo, cuando un estudiante toma un problema y a los cinco minutos lo abandona o no; es decir, lo que él piense que es un problema puede incidir incluso en el tiempo que dedique a la resolución de cierto ejercicio.

Dice Schoenfeld que en física, cuando se enseñan algunos conceptos, las personas vienen ya (generalmente) con ciertas nociones previas falsas. Pone por ejemplo: en un estudio donde aparece una espiral, se pone una bolita en la espiral y se pregunta: ¿qué trayectoria sigue bolita que sale de la espiral? La mayoría de gente afirma que la trayectoria es continuando la forma de la espiral. Esto sucede porque se continúa el dibujo y no se toma en cuenta las leyes de la física.

Las creencias que tiene la gente en física presentan, como señala Brousseau, un obstáculo en cuanto al conocimiento físico. Incluso, a veces, la gente conoce bien las situaciones físicas teóricas, pero en la práctica aplican lo que tienen dentro (aunque sea falso); esto último resulta más fuerte que lo que le enseñaron sobre dicha materia.

Lo mismo sucede en matemática, y en muchos otros aspectos en la vida. Desde luego, las creencias van a afectar la manera en la que el estudiante se comporte a la hora de enfrentarse a un problema matemático.

El tipo de creencia que Schoenfeld enfoca más es aquel sobre cómo perciben el estudiante y los profesores o los matemáticos el asunto de la argumentación matemática formal a la hora de resolver un problema. El matemático usa esto como una herramienta más; es decir, la argumentación y el razonamiento formal le sirve a él para descubrir soluciones. Por otra parte, el estudiante no usa eso jamás. En todos los experimentos que él hizo a ningún estudiante se le ocurrió utilizar la parte formal para ayudarle a encontrar solución a un problema; todos enfocaban el proceso por la vía empírica, haciendo ensayos, viendo qué pasaba.

Esto sucedía no porque ellos no supieran el formalismo pues él, previamente, los había puesto a demostrar incluso el mismo ejercicio (aunque redactado de otra manera). Les había pedido que lo demostraran siguiendo todos los pasos lógicos, y hacían la demostración perfectamente. Sin embargo, a la hora de resolver el ejercicio redactado de otra manera, a esa parte formal (que habían usado antes) ya no le encontraban ningún sentido.

Dice Schoenfeld que para el estudiante la argumentación matemática solo se puede usar en dos circunstancias:

- Para confirmar algo que es intuitivamente obvio y en cuyo caso la prueba parece redundante o superflua; es decir, demostrar una fórmula es obvio, y no vale la pena hacerlo.
- Para verificar algo que ya es cierto porque lo dice el profesor, algo que no es tan obvio pero que el profesor dice que es cierto; en este caso simplemente se trata de resolver un ejercicio de entrenamiento.

> Se puede decir que la argumentación, según los estudiantes, no sirve, en un caso ya es obvio, y en el otro ya alguien lo sabe: ¿para qué lo va a demostrar?

Las creencias condicionan muchos aspectos relacionados con el aprendizaje de la matemática. Por ejemplo, determinan en el estudiante cuándo considera que debe enfocarse en conocimientos formales y cuándo no. También determina la forma en que tratan de aprender Matemática, memorizando o no. Es decir: los estudiantes pueden creer que la matemática es solamente una serie de reglas que simplemente van a memorizar. O pueden creer que la matemática es elaboración de conceptos, establecimiento de relaciones, patrones; en este caso, entonces, probablemente van a tratar de comprenderla pues creen que tal comprensión les va a ser útil.

Las creencias, a su vez, condicionan qué tan dispuestos están los estudiantes para trabajar en Matemática. Por ejemplo, si alguien cree que todos los ejercicios salen en cinco minutos o menos, eso es lo que le va a dedicar a cada problema, no más.

Schoenfeld cita a Lampert sobre las creencias de los estudiantes; dice: "comúnmente la Matemática está asociada con la certeza, conocerla es ser hábil para dar respuestas correctas rápidamente. Esta asunción cultural está condicionada por la experiencia escolar, en la cual *hacer* matemáticas significa seguir las reglas dadas por el profesor; *conocer* matemáticas significa recordar y aplicar correctamente las reglas cuando el profesor lo requiera y la *verdad matemática* queda determinada cuando la respuesta es ratificada por el profesor. Las creencias acerca de cómo hacer matemáticas y qué significa conocerla en la escuela se adquieren a través de años observando, escuchando y practicando."

Las creencias acerca de cómo hacer matemáticas, qué significa y qué se enseña en la escuela, se adquiere a través de años observando, escuchando y practicando. De este modo, por ejemplo, aunque el profesor nunca le haya dicho al estudiante que conocer matemáticas es memorizar y aplicar las reglas, como eso fue lo que en la práctica siempre hizo, eso es lo que le queda al estudiante en su cabeza.

Schoenfeld plantea una serie de creencias sobre la matemática que tiene el estudiante:

- Los problemas matemáticos tienen una y solo una respuesta correcta.

- Existe una única manera correcta para resolver cualquier problema, usualmente es la regla que el profesor dio en la clase.
- Los estudiantes corrientes no pueden esperar entender matemáticas, simplemente esperan memorizarla y aplicarla cuando la hayan aprendido mecánicamente. Esta creencia se ve con bastante frecuencia.
- La Matemática es una actividad solitaria realizada por individuos en aislamiento, no hay nada de trabajo en grupo.
- Los estudiantes que han entendido las matemáticas que han estudiado podrán resolver cualquier problema que se les asigne en cinco minutos o menos.
- Las matemáticas aprendidas en la escuela tiene poco o nada que ver con el mundo real.

Esta lista está basada en estudios que se han realizado en diferentes partes del mundo.

Schoenfeld dice que hay que tener en consideración distintos sectores: las creencias de los profesores, los estudiantes, y las creencias sociales con respecto a lo que es la Matemática (que incluso determinan el currículo, la forma de los libros de texto, etc.). Las creencias del profesor y el estudiante determinan lo que sucede en la clase, pero todo eso está inmerso en un marco general determinado por las creencias sociales sobre la Matemática.

Las creencias del profesor

Acota Schoenfeld que usualmente en los profesores (principalmente los más nuevos), las creencias están condicionadas por la forma en que a ellos mismos les enseñaron Matemática en el colegio o en la universidad.

Las creencias sociales

Por ejemplo, algunos estudios han demostrado que en Estados Unidos, la creencia social más extendida con respecto a la adquisición de un concepto matemático es que se adquiere espontáneamente; en cambio, los japoneses creen que la persona va adquiriendo un conocimiento poco a poco; o sea, que con esfuerzo se puede llegar a construir y aprender un concepto. Esto hace que en Japón se dedique más tiempo al estudio de la matemática porque piensan que con suficiente esfuerzo se llega a un concepto y, entonces, vale la pena hacer ese esfuerzo. Para los estadounidenses, el esfuerzo no tendría mucho sentido.

Existen grandes diferencias culturales en cuanto a las creencias que tienen los padres, maestros y jóvenes acerca de la naturaleza del aprendizaje de la Matemática.

Estas creencias se agrupan en tres categorías:

- Lo que es posible, es decir: lo que los niños pueden aprender de Matemática en las diferentes edades.
- Lo que es deseable, es decir: lo que los niños deben aprender, pues una cosa es lo que pueden y otra la que deben aprender.
- Y la otra es preguntarse cuál es el mejor método para enseñar Matemática.

Estas tres clases ya son determinadas: la sociedad decide qué es posible, qué es lo que quiere que se aprenda, y cómo se debe enseñar. Esto es lo que va a suceder en el ámbito general a nivel de programas, textos, etc.

REFERENCIAS

Pólya, G. (1990). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Pólya, G. (1966). *Matemáticas y razonamiento plausible*. Madrid: Tecnos.

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press.

Schoenfeld, Alan. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense-making in Mathematics. *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (D. Grouws, Ed.). p. 334-370, [en línea]. Recuperado el 20 de marzo de 2006 de:

http://gse.berkeley.edu/faculty/AHSchoenfeld/LearningToThink/Learning_to_think_Math.html

Stanic, G. & Kilpatrick, J.(1989). Historical perspectives on problem solving in the mathematics curriculum. *The teaching and assesing of mathematical problem solving* (Charles & Silver, Eds.). pp.1-22. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/203Vilanova.PDF

INTERVENCIONES DEL PÚBLICO

Edison de Faria

Una metodología interesante es la de los talleres. En algunas experiencias: se pone a los participantes a trabajar en parejas; se les plantean varios problemas, y se tiene que resolver hablando en voz alta para que el otro escuche lo que se está haciendo; después se cambia el problema y se invierten los papeles.

Esto es importante para el control, pues sirve de modelo al compañero; eso puede ayudar incluso a descubrir concepciones equivocadas que tenga la otra persona.

Por otra parte, lo de las creencias sociales: en EEUU están acostumbrados a tomar bebidas rápidas: café instantáneo, comida rápida, entre otros; así, la idea de los que los problemas se resuelven instantáneos es un error cultural. Por lo tanto, así como el medio, la influencia social es importante hasta cuando de resolver problemas se trata.

Mario Murillo

El estudiante siempre ha creído que solo un genio puede aprender matemática. Pero para los educandos, inteligencia es captar lo que hizo el profesor y repetirlo bastante al pie de la letra, repitiendo su mismo esquema, nada más.

Parte de lo que tiene que hacer el profesor es hacer que el estudiante perciba la Matemática a través de ejemplos concretos, patrones e incluso de la manipulación. Luego ver la forma en que se escribiría matemáticamente, enseguida generalizar, y seguir avanzando en este camino, paso a paso, hasta llegar a una demostración (si se desea llegar hasta este punto). Claro, desde que se contextualiza, hasta que se llega a una demostración, probablemente hay un gran trecho, a lo mejor 2, 3, 4 o 5 años de estudio matemático, pero se obtendrá una demostración en la que se está viviendo lo que se está demostrando.

Ángel Ruiz

En efecto, la Matemática está en todas partes, pero precisamente por eso, han construido conceptos, y objetos que son plenamente abstractos; o sea: la Matemática tiene objetos propios que son los conceptos abstractos que se adquieren por la razón. Sin embargo, su origen histórico es otro. Entonces: ¿cómo se traduce eso en la educación? Se traduce de dos formas:

- Hay que dejar de pensar que la Matemática no es abstracta: hay mucha gente que ha afirmado eso alegando, por ejemplo, que en esta materia todo debe ser contextualizado. Pero si todo se contextualiza, el hacer un simple cálculo mental se convierte en frustración, porque si el estudiante no lo tiene contextualizado, no puede hacerlo. Se requiere una destreza abstracta.
- La necesidad de andamios, escaleras, para llegar a conceptos y métodos abstractos, que es donde la relación con la pedagogía es fundamental.

Claro, es importante destacar que si el docente se queda en procesos abstractos, se pierde en ellos y no hay forma de enseñar, pero si se queda solo en procesos pedagógicos, hace pedagogía en el aire y eso tampoco funciona.

Las dos deformaciones las vemos en la formación universitaria, sobre todo cuando se tiene pedagogía por un lado y Matemática por el otro, y se pretende que se unan en la cabeza del estudiante; se espera que cuando llegue al colegio a dar clases tendrá esa integración por arte de magia.

Algo interesantísimo en Schoenfeld es que para muchos profesores las creencias que tienen sobre la Matemática se forman en la escuela y el colegio, es decir, al principio. Luego, al estar en la universidad, vuelven a pensar en lo que habían adquirido en la primaria y secundaria, pero si la Universidad no es capaz de romper esos esquemas cuando se gradúa el profesional (un educador), en su trabajo en la primaria y secundaria reproduce los esquemas. Este tema requiere ser estudiado con detenimiento.

A Schoenfeld se debe ver como un gran racionalizador de la perspectiva de Pólya. Es decir, él es más preciso, discute de recursos, heurísticas, las agrupa, recoloca, introduce claramente el asunto del control -que es fundamental, etc.

Un ejemplo, si alguien empieza una demostración de lógica o teoría de conjuntos y piensa que todo va a salir de forma directa, y después, muy tarde, se da cuenta que había que hacerla por contradicción. ¿Qué hace? Está perdido. ¿Cuándo darse cuenta de que eso es así? Para eso es fundamental el tema del control.

Mario Murillo

A la hora de decidir cómo trabajar en Matemática, hay que tomar en cuenta la edad del estudiante, porque a nivel de primaria la forma de presentar la materia debe ser con base en esa edad. Ya en el colegio hay que ir pasando del nivel concreto a lo abstracto, puede que sea difícil pero hay que hacerlo.

Ángel Ruiz

En un estudio hecho en Costa Rica hace 20 años, donde se hicieron las pruebas a nivel de los 16–17 años de edad, tratando de seguir las etapas de Piaget, se quiso averiguar si se estaba en la etapa que correspondía, que era la formal. Es decir, donde el muchacho (a) ya se había desprendido de los andamios concretos, y en lugar de hacer operaciones concretas debería hacer operaciones abstractas. Pero la conclusión fue una masacre: un porcentaje mínimo de la población estudiantil seleccionada no estaba en la etapa formal. Esto quiere decir que hay problemas en la enseñanza,. Es cierto, hay que ir con el tiempo y la edad, ir con las dos cosas en equilibrio: los andamios y lo abstracto, buscando la justa proporción.

Otro ejemplo: los jóvenes llegan a estudiar funciones y se les da una serie de conceptos como: dominio, codominio, inversa, variable dependiente, independiente, entre otras, y el estudiante no entiende. Todo esto sí hay que enseñarlo, pero antes hay que crear todo ese andamiaje; pero no en décimo. Ese es el problema, debe hacerse desde la primaria, casi desde el Kinder (claro, con conejitos y zanahorias por ejemplo, posteriormente con las áreas y los lados en primaria), y poco a poco ir creando esa secuencia para llegar a la función. Ya en décimo año se puede introducir incluso con un problema concreto diferente. Todo eso es posible, pero: ¿se hace? Volvemos aquí, de nuevo, al problema original.

Mario Murillo

Para llegar a la etapa formal hay que pasar por un andamiaje de conceptos, aunque sea un andamio pequeñito, pues éstos son importantes a lo largo de toda la vida.

Andrea Morales

Retomando un poco lo de las creencias: está claro que existen problemas en enseñanza, pero hay que partir de que este sistema tan rígido cuesta mucho modificarlo. Cambios en estrategias metodológicas del profesor, las recomendaciones de Schoenfeld y Pólya, darles más tiempo a los alumnos, saber controlar los silencios, buen manejo de las heurísticas, etc., son necesarias pero no suficientes: se debe explicar a los estudiantes el porqué de las cosas, los objetivos, lo que se persigue.

Pero hay otro problema: el profesor en sí no solo debe aplicar las estrategias, sino que también debe tomar en cuenta las creencias, no solo las creencias del estudiante sino también las de él.

Ángel Ruiz

El asunto aquí es ¿por dónde empezar? Por supuesto que se puede empezar a informar a la sociedad mediante la prensa, pero probablemente el resultado no será tan tangible y efectivo en poco tiempo; ese es un problema no resuelto. Hay que trabajar esa orientación en varias dimensiones al mismo tiempo, hay que hacer de todo, pero hay una fundamental: la formación de formadores, la formación de los educadores. Aquí las universidades tienen un papel fundamental, poseen un compromiso con la educación, el cual, particularmente la pública en Costa Rica no ha asumido plenamente. Es decir, hay que trabajar en los programas, pero en lo que se enseña. Si alguien da cursos de álgebra, cálculo, en la universidad siguiendo la metodología tradicional ¿qué se obtiene? Los cursos de cálculo, u otros de servicio, son "cocina", fórmulas y recetas. El muchacho (a) no aprendió, por ejemplo, que el límite es un concepto auxiliar.

Estas cosas hay que cambiarlas en la educación universitaria, y aquí se tiene que trabajar: los programas, la clase, los profesores en servicio Hay muchos profesores (as) trabajando en las aulas y tienen ya su esquema: ¿cómo trabajar con ellos? Todo esto es un problema muy complejo, cuesta romper esos esquemas.