

Entorno Psicopedagógico del Método GAMMA

Este trabajo es una presentación de los fundamentos psicológicos y pedagógicos del método de enseñanza de la matemática, ideado y generalizado por los autores, y publicado en diciembre de 1991 en el Vol. N° 3 de esta revista.

Queremos fundamentar las ideas que justifican el método, y la seguridad de que su aplicación corresponde realmente a las capacidades inherentes al individuo, y al mismo tiempo a las necesidades actuales de una renovación pedagógica. Refrendando la idea, ciencia durante siglos fue sinónimo de la transmisión de las creaciones de los maestros. Actualmente la ciencia está fuertemente ligada a la invención creadora. Esta creatividad es la que debe aplicar el pedagogo adaptando la enseñanza científica, y por ende de la matemática, de modo que todo proceso de aprendizaje debe tener una etapa de invención dirigida en perspectiva de quien aprende y no sólo en sentido objetivo.

1. El Método GAMMA

Convencidos de que la enseñanza de una teoría matemática no se justifica sólo por su consistencia lógica, sino también por el apoyo recibido de una didáctica bien aplicada, creamos el método *GAMMA*.

La didáctica tradicional está adaptada para cierto tipo de matemática. Con el tiempo se han introducido nuevos temas sin adecuar las metodologías, produciendo con esto el desconcierto que estamos viviendo en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática.

Grupo GAMMA de la Investigación

**Silvia Cuevas, Ramón Robres, María Pardo,
Eduardo Montenegro y Eduardo Cabrera**

Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación Valparaíso, Chile

¿Será la solución a esta problemática el trabajar con un esquema de invención? ¿El hacer análisis será más necesario que hacer demostraciones?

Afirmamos que el conocimiento matemático del alumno se produce cuando descubre una noción nueva para él; la estructuración de su cerebro se hará mediante ciclos y etapas sucesivas que le permitirán pasar de un nivel a otro del pensamiento: ver, mirar, observar, experimentar, modelar, teorizar, generalizar y aplicar. Este proceso debe ser recorrido por el alumno y orientado por el profesor.

El Método **GAMMA** consiste en:

- a) Establecer un perfil definido para el alumno.
- b) Hacer que éste descubra la idea preconcebida.
- c) Evaluar con un carácter fundamentalmente lógico el resultado de tal descubrimiento.

Aceptando esta idea de descubrir, resulta que para aplicar el método **GAMMA** es necesario analizar tanto la matemática como el proceso inventivo correspondiente.

Este proceso inventivo tendrá que ser dirigido, y para que sea real, debe sacar partido de la experiencia de quien lo oriente.

Para efectuar dicho trabajo, que en sí no es fácil, habrá que considerar una estructura de niveles en el proceso de aprendizaje.

La estructura debe comenzar con un descubrimiento intuitivo, pasando luego a un nivel superior, en donde la idea intuitiva pasa a ser objeto consciente, y luego, en otro nivel, terminar con la formulación explícita.

"A nuestro criterio la vía natural para llevar el objeto a la conciencia dándole sentido e importancia, ya sea operacional o conceptual, es comenzar con la intuición antes de la formalización, cualquiera que sea el nivel taxonómico".⁽¹⁾

De esto se deduce que el "verdadero problema que se plantea en la enseñanza de la matemática no es del rigor, sino el de la construcción del sentido, de la justificación ontológica de los objetivos matemáticos. La exactitud absoluta no existe y a cada nivel le corresponde su propia forma de exactitud, rigor o ambos".

Como se ha expuesto, el método **GAMMA** debe partir específicamente de la intuición matemática, la cual considera la relación existente entre las ideas ya concebidas y los nuevos conceptos, de modo que se facilite el descubrimiento de éstos. Es decir, se trata de una forma de intuición intelectual y no del Pensamiento Intuitivo, definido por Piaget ("un esquema pre-lógico que lleva a una construcción intelectual incompleta"). Ahora bien, el avance de esta intuición debe pasar por un periodo de comprensión superficial primero y formal enseñada, para que poco a poco sea sustituida por una comprensión más profunda.

La formación de la capacidad de formalización en los estudiantes, a partir de la Enseñanza Media, debe ser el objetivo primordial de la enseñanza de la matemática.

El método **GAMMA** no es más que el uso amalgamado de la intuición y el rigor.

2. Entorno Psicopedagógico del Método **GAMMA**

Con las ideas que a continuación se presentan se quiere contestar al porqué el método influye tanto en el aspecto afectivo (psicológico) como efectivo (peda-

gógico) del alumno, creando en él una disposición tal que produzca la finalidad buscada. Se establecerá en él un equilibrio personal al desarrollar no sólo las capacidades intelectuales, sino también su estado afectivo. De manera que estas consideraciones permitirán establecer objetivos bien precisos, tomando en cuenta a la persona en un concepto total. Las dividiremos en dos partes y terminaremos con unas sugerencias pedagógicas generales.

2.1. Entorno Psicológico

El principio que seguirá este análisis, se basa en una idea de Leray: "Cualquier tipo de enseñanza que pretenda imponer condiciones al alumno que se inicia, es nocivo". Es necesario para que se obvие dicho condicionamiento la consideración de algunos aspectos psicológicos.

2.1.1. Capacidad Matemática

Debido a que el método GAMMA corresponde al enfoque del procesamiento de la información en cuanto a la formación del conocimiento, parte de la capacidad que tiene toda persona para aprender o sacar provecho de la experiencia. O sea tiene una capacidad mental y dentro de ella, una de sus formas, la capacidad matemática, que la podríamos definir como todo el conjunto de operaciones cognitivas, habilidades y conocimientos que son componentes de las tareas matemáticas.⁽¹⁾ Esta capacidad es natural, ya que comienza en las sensaciones para seguir con las percepciones, asociaciones y relaciones, y llegar así a la mente humana (objeto consciente).

Observamos que el uso primario de la intuición corresponde al desarrollo natural del proceso cognitivo.

Partimos del supuesto que el organismo humano está predisposto para hacer frente a exigencias anticipadas y puede ser adaptado en forma diferente para enfrentarlas. Esta predisposición tiene por características procurar la adaptación sobre algo que no está presente en el momento, pero con probabilidad de que ocurra de inmediato. Se buscará pues la obtención de un previo (unidades de intuición) para realizar una dinámica y esto es lo que se prepara mediante esa predisposición.^(1,2)

El uso de la intuición, ya enfocado a un problema determinado del conocimiento, no es que se imponga al intelecto, sino que es de origen psicogenético, con características evidentemente esclarecedoras frente al fin último de las ciencias.

Otra consideración al respecto, es que este tipo de actividad intelectual escapa muchas veces de la conciencia del individuo, aseveración refrendada por la psicología experimental, que enseña que la conciencia comienza centrándose en las actividades, antes de entrar en la comprensión estructural de los mecanismos. O sea, se parte de la periferia de los elementos de naturaleza psicogenética para entrar luego en los procesos centrales de naturaleza lógica. Estos últimos, al introducir los axiomas, que no son más que condiciones suplementarias, restringen los campos de acción, al no tenerse la visión de conjunto dado por una teoría que puede aplicarse universalmente. Con respecto a esto y siguiendo a Benjamín Matalon, podemos afirmar que el comportamiento racional de los axiomas se puede discutir, ya que describen decisiones frente a la incertidumbre de un individuo teórico, rechazando de antemano toda crítica en relación a conductas contrarias a los axiomas.

Esto no quita expresar que el conjunto de argumentación fallaría si los axiomas no correspondieran, aunque fuera confusamente, a una coherencia. Lo que más importa "no es tanto saber si en forma espontánea los individuos se comportan en conformidad con los axiomas, sino más bien si están dispuestos, tras una reflexión, a aceptarlos como reglas de comportamiento racional".

2.1.2. Método Personal y Encauzado

Como lo hicimos notar, el proceso del método sigue una secuencia natural. Es cierto que parte del educando, pero es direccional y encauzado por la experiencia directriz del profesor, sobre todo en cuanto a las metas a alcanzar. En sí es un proceso, un modo de pensar constructivo que va fortaleciendo el pensamiento y la capacidad creadora del individuo, generando una actitud que permite entablar nuevas relaciones con productos creativos. Además el profesor, como agente facilitador, entregará los recursos necesarios sacados de la experiencia, de textos u otros, y al mismo tiempo dará ánimo al educando para que agregue los recursos que conozca, de los que tenga experiencia.

2.1.3. Produce un Cambio en el Alumno

Habrá que resaltar que el proceso en sí no implica necesariamente una consecuencia de rigor o de organización estricta, ni tampoco de imposición de la estructura sobre la experiencia. Por el contrario va creando una disposición de adaptabilidad ya que se va produciendo un descubrimiento de la estructura y al mismo tiempo un proceso de cambio en la personalidad del usuario. Esto hace que el uso del método sea más rico, ya que las estructuras incorporadas a la persona permitirán la simplificación de la experiencia, es decir, facilitar la abstracción y la generalización para posteriormente aplicar en forma adecuada el conocimiento adquirido.

2.1.4. Fortalecimiento de la Autoestima de la Persona

El método va creando una atmósfera de confianza en el alumno, porque se dará cuenta de que es capaz de reaccionar ante una situación nueva que se abre a la experiencia. Esto es muy importante, porque como dice Rogers: "una persona totalmente abierta a su experiencia tiene acceso a todos los datos relacionados con una situación, sobre la base de los cuales podría elegir su conducta: las exigencias sociales, sus propias necesidades complejas y, tal vez contradictorias, sus recuerdos de situaciones similares, su percepción de la unidad de la situación actual y otras."⁽²⁾

Después de la autoevaluación, o mejor dicho, toma de conciencia de lo realizado, se producirá el descubrimiento del mejor camino para satisfacer sus necesidades frente a una situación particular.⁽²⁾

Con esta apertura a la experiencia, ingresarán en el individuo todos los datos de aprendizajes anteriores y también las experiencias orgánicas e internas, de manera que estará en condiciones de elegir prontamente el curso de acción a seguir en una situación vivencial, ya que utilizará todos los datos disponibles, logrando así un adecuado conjunto y al mismo tiempo se aplicarán las relaciones que más convengan. La capacidad intuitiva, al reforzarse, asombrará a quien use el método y comprenderá que lo efectuado es sorprendentemente eficaz para lograr éxito.

Esto permitirá al alumno su autoestima, dándole confianza en las posibilidades de alcanzar éxito al enfrentarse a algún problema. Traerá como consecuencia lógica la adquisición de una actitud positiva hacia la matemática y una aplicación de lo que aprende en la vida diaria.

2.1.5. Aumento de la Capacidad Crítica

Con el discernimiento necesario para elegir las unidades de intuición que ayudarán a formar el objeto consciente, que le permitirá alcanzar el perfil deseado, se le va fortaleciendo el carácter crítico y, en un momento dado, el mismo alumno va a ser capaz de autoevaluarse y elegir el camino más apropiado para resolver un problema dado.

2.2. Entorno Pedagógico

Partimos de la siguiente reflexión: la matemática "se hace", ya que surge de un proceso de construcción ligado a la resolución de problemas concretos. Y este proceso, que se observa a través de toda la historia de la matemática, se debe respetar en cada individuo en particular. Idea que se contrapone a la de matemática "ya hecha", que es un producto acabado mediante la formalización y el rigor.

O sea, la enseñanza de la matemática es un proceso dinámico y debe pensarse en una revolución didáctica.

2.2.1. Reforzamiento de la Creatividad

El carácter creador que entrega el método permite que la persona se presente dotada de gran imaginación y sensibilidad, permitiéndole crear y juzgar, no sintiéndose exclusivamente lógica. ¿Constituye el método un descubrimiento o una invención? Se habla de descubrimiento si el objeto nuevo existía previamente, y de una invención si se refiere a una creación no preexistente. Por el contrario, creación significa una combinación no realizada hasta entonces de elementos que podrían preexistir. Por el proceso de abstracción reflexiva —es decir, constructiva— se genera un ente matemático no conocido por el sujeto, partiendo de elementos a los cuales se agrega una organización cada vez más rica, elevando el nivel del conocimiento, sin representar esto algo que se ha creado de la nada.

Estas actividades coordinarán la acción; están subordinadas a un funcionamiento permanente, y se traducirán en construcciones del sujeto combinando los elementos para llevarlas a nivel superior.

2.2.2. Enriquecimiento del Intelecto

Con el uso del método se adquiere una estructura por la experiencia y, sobre todo, supone una actividad intelectual interna del sujeto que no es sólo imitación o copia. Por el contrario, implica el uso de relaciones y reorganización del intelecto que permite fortalecer el objeto añadiéndole nuevas características. Éstas se manifestarán en una dirección bien determinada, y permitirán la construcción de instrumentos adecuados de asimilación.

2.2.3. Favorece la Axiomatización

La intuición no tiene nada de inmediato, sino que abstrae de la experiencia sensible. El método permitirá que los conceptos e identidades abstractas se ha-

rán, casi naturalmente, claros al estudiante. Manteniendo una debida proporción, se puede afirmar que la solución intuitiva es verdadera, ya que se llega a una solución, pero con una posición de espera. Con esto se enriquece la axiomatización que no consiste más que en la definición de algunos entes matemáticos en lo formal, pero que no indica cómo representarlo en la naturaleza. A esto se debe llegar con los axiomas.⁽⁵⁾

2.2.4. Experiencia Vivencial

La exigencia de la axiomatización permite todo un sentido, que podríamos denominar vivencial, ya que procede de su relación con la realidad. Este realismo al alternarse con el constructivismo (idealismo) produce la interrogante: ¿se impone la primacía del ente matemático, como necesidad para definir el objeto (de una ciencia), o es preciso reservar la eventualidad de otros modos de objetividad (operaciones, transformaciones, construcciones)?, interrogante que nos hacemos con Piaget.

Contestándola parcialmente, se puede afirmar que mediante la retrospectión se percibe la razón de ser de los entes, y esta razón, en su carácter netamente dinámico, permite las reacciones individuales ya que, especialmente el cálculo, es asunto del sujeto y permanece sin relación con el objeto del conocer. Esta característica permitirá paliar la paralización bloqueadora que pudiere provocar la subordinación de un acondicionante (axiomas).

2.2.5. Desarrollo del Proceso de Abstracción en Forma Reflexiva

Hay que resaltar, sin embargo, que en absoluto significa que las estructuras cognitivas estén a priori en el pensamiento y, por lo tanto, en el sistema nervioso. Estas se van construyendo de nivel en nivel según una genética (regresión) sin fin. Esto implica necesariamente que la aplicación de alguna relación está regulada desde el interior por condiciones previas. Esta reflexión permite proyectar a un nivel superior del pensamiento, extrayendo el material de un nivel inferior. Para terminar, indicaremos que a esta generación de entes matemáticos es a lo que Piaget llama "operaciones del matemático", en contraposición a "operaciones de la matemática", que es virtual y esquemáticamente generalizado.

3. Conclusiones

Después de las reflexiones entregadas, que nos dan un entorno de reforzamiento frente a una metodología que responde a una concepción natural del desarrollo cognitivo, nos permitimos las siguientes conclusiones con un carácter netamente educativo, convencidos de la necesidad de una re-evolución didáctica.

- 1) Las asociaciones que hacen los estudiantes con las matemáticas, dependen de las asociaciones afectivas con sus profesores. Lo que significa que lo que aprenden los estudiantes de matemática depende más de la dedicación del profesor que de un método determinado.
 - 2) Las asociaciones que desarrolla el estudiante en su vida fuera del aula, deberían ser englobadas dentro de las experiencias en su aprendizaje.
 - 3) Dado lo abstracto de la matemática, será necesario atender debidamente
-

la enseñanza de las asociaciones que están en la base del material, si se quiere llegar a la lógica de las conceptualizaciones.

- 4) Los profesores deben adoptar la actitud de que los estudiantes pueden aprender matemática, y deben atender la diferencia entre asociaciones y conceptualizaciones básicas para el aprendizaje.
- 5) Las leyes científicas son conceptualizaciones para aquel que las formula o reforma, pero para el estudiante sólo llegan a serlo cuando pasa por el proceso de descubrimiento de las relaciones por sí mismo: conciencia de la existencia del fenómeno y conocimiento de que es posible una explicación lógica y formal. El conocimiento que debe tener el profesor de este proceso debe reflejarse en los objetivos de comportamiento que se proponga, aumentando por lo mismo la probabilidad de éxito en su gestión.
- 6) Adicionalmente habrá que considerar lo siguiente: El desarrollo intelectual es consecuencia de efectos acumulativos del aprendizaje de destrezas intelectivas junto al mecanismo de transparencia del aprendizaje. Según lo anterior, las etapas del desarrollo intelectual no corresponden a una edad cronológica, sino al grado de extensión y tipos de aprendizaje previamente adquiridos.
- 7) Es necesario aplicar una pedagogía dinámica que siga ocupándose del contenido científico del mensaje que se transmite, pero que se preocupe también de la recepción del mismo. Esta pedagogía tiene la ventaja de adaptarse a las aptitudes de los individuos a los que está dirigido.

Por lo afirmado, es lógico pensar que serán los profesores de enseñanza básica y media los que deben llevar a cabo la iniciación de la enseñanza matemática; pero corresponderá a los investigadores indicar cuál debe ser el carácter de esta iniciación: principios que deben ser respetados, fines que deben alcanzar, lo que habrá que reforzar o reformar, etc. Habrá que considerar que enseñar no es sólo profesar la verdad sino que se debe además "formar informando", creando la capacidad de descubrir. La enseñanza de la matemática a nivel básico y medio debe propender a la formación de niños con sentidos bien despiertos, de modo que se interesen por la realidad que los rodea.⁽³⁾

La metodología a aplicar para una iniciación sistemática en la formación matemática del alumno, debe considerar dos fines educativos:

Primero: Tratar de convencer a los alumnos que no "a pesar" de lo abstracto o de su autonomía sino "gracias" a ello, es como interviene la matemática como instrumento en cualquier situación, y más que nada como método de pensamiento.

Segundo: Tratar que se obtenga una gran asimilación de las estructuras matemáticas elementales, pero haciéndolas operativas. La buena enseñanza trata de alcanzar el desarrollo del pensamiento matemático, lo que significa que deben considerarse las siguientes fases:

Observación, matematización, deducción y aplicación. Eso sí, debe tenerse en cuenta, como dice Piaget, que "se puede confundir la iniciación de las matemáticas modernas con el entrar de lleno a sus axiomáticas. En efecto, lo único

que se puede axiomatizar son los datos intuitivos previos, y desde este punto de vista psicológico, una axiomática sólo tiene sentido en tanto que supone una toma de conciencia o una reflexión retroactiva, lo que implica toda una construcción proactiva anterior".

Bibliografía

- (1) **Cuevas, Sylvia y otros:** "El Método GAMMA en la educación matemática". I CIBEM, Universidad de Sevilla, Sevilla, España, 1990.
- (2) **Fleming, Pilar:** "Enfoque efectivo-afectivo en la enseñanza de las Matemáticas, Memoria de título, UCV, 1987. (Profesor Sr. Patricio Sarmiento).
- (3) **Mialaret, G.:** *Las Matemáticas: cómo se aprenden, cómo se enseñan*, Editorial Getafe, Madrid, España, 1986.
- (4) **Mosterín, J.:** *Conceptos y teoría de las ciencias*, Editorial, Madrid, España.
- (5) **Piaget, J.:** *Psicología de la inteligencia*. Editorial Psique, Buenos Aires, Argentina, 1988.
- (6) **Revista Tecnológica Educativa**. OEA., Santiago de Chile, 1983, N° 3, y 1986, N° 4.
- (7) **Sahakian y otros:** *Aprendizaje: sistemas, modelos y teorías*. Editorial Anaya, Madrid, España, 1980.
- (8) **Sarmiento, Patricio:** *Aprendizaje afectivo-efectivo*. Universidad de La Serena, 1987.
- (9) **Sarmiento, Patricio:** "La investigación en Lengua Segunda", Volumen 6, Encuentro de Profesores de Lenguas Extranjeras, UCV, 1988.
- (10) **Schamm, W.:** *La Ciencia de la Comunicación Humana*. Editorial Roble, México, 1966.
- (11) **Sternberg, Robert:** *Las Capacidades Humanas*. Editorial Labor. Barcelona, España, 1986.
- (12) **Wilson, John A.R.:** *Fundamentos Psicológicos del Aprendizaje y de la enseñanza*, Editorial Anaya, 1978, Madrid, España.

Aclaración

Por un error involuntario, en el artículo "Los grafos y el diseño" de la doctora Vera W. de Spinadel y el arquitecto Hernán S. Nottoli, aparecido en el Vol. 5, No. 1, pp. 73-84 (1993) de nuestra revista, omitimos el nombre del Arq. Hernán S. Nottoli. Lamentamos mucho esta omisión y rogamos a los autores acepten nuestras disculpas.

El Comité Editorial