# Metodología didáctica innovadora: una experiencia en el aula universitaria

MARÍA ROSA NOLASCO
MARÍA CRISTINA MODARELLI
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

## Introducción

El educador debe ser capaz de reflexionar sobre su propia práctica docente, estar dispuesto a una permanente renovación y aplicación de nuevas metodologías, de nuevas estrategias didácticas, pues es quien debe atribuir el real significado a la enseñanza. Además, debiera constituirse en el puente entre los procesos constructivos de los alumnos y los contenidos del currículo escolar, y concebir el proceso de enseñanza y aprendizaje como un proceso de construcción conjunta, de participación guiada, en definitiva, ser un facilitador que enseñe a sus alumnos a *aprender a aprender.*

Enseñar no es solo explicar conceptos o brindar nuevos significados, es planificar y promover situaciones en las que el alumno organice experiencias, estructure ideas, analice procesos y exprese pensamientos (Monereo y otros, 1995)

Como docentes de los primeros cursos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires nos enfrentamos con diversos problemas siendo, la falta de competencias básicas necesarias para el inicio de la carrera universitaria y la desmotivación, debida a su fuerte incidencia en el aprendizaje, las más preocupantes. Es por ello que la incorporación de estrategias didácticas innovadoras en el aula para el aprendizaje de la Matemática, es una preocupación constante para mejorar la calidad de la educación.

Con el objetivo de lograr una activa participación de los alumnos en las clases de Análisis Matemático I, se aplicaron distintas estrategias didácticas, entre ellas la técnica participativa denominada Laberinto de Acción.

Las técnicas participativas son recursos y procedimientos que permiten una práctica transformadora y creadora, en las que el estudiante desempeña un rol protagónico en las actividades. Estas técnicas se basan en la concepción del aprendizaje como un proceso activo, de creación y recreación del conocimiento de los alumnos, donde las tareas se solucionan en forma colectiva, en pequeños grupos, y se hace énfasis en el intercambio y la confrontación de ideas, opiniones y experiencias entre estudiantes y docentes (Colectivo de Autores, 1998)

*Revista Iberoamericana de Educación*
ISSN: 1681-5653
n.º 48/2 – 10 de enero de 2009
EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)

Existe una estrecha relación entre la calidad del aprendizaje y la participación activa del estudiante, motivada por diferentes métodos de enseñanza, ya que los conocimientos y habilidades son más sustentable cuando se logra una mayor interacción en clase.

Los métodos participativos estimulan la resolución de situaciones problémicas a través del trabajo conjunto, socializando el conocimiento individual; potenciando y optimizando el conocimiento colectivo; estimulando una mayor actividad cognoscitiva de los alumnos; desarrollando su creatividad y su capacidad de autoaprendizaje.

Esta técnica, Laberinto de Acción, está sustentada en distintas tendencias pedagógicas que dan importancia a la actividad que despliegan los alumnos y a las tareas que deben llevar a cabo, como así también a las relaciones que se establecen entre los docentes y los estudiantes para la asimilación de los conocimientos. La misma consiste en presentar a los alumnos materiales impresos en donde se ponen a prueba las aptitudes, conocimientos y habilidades de aquellos, alrededor de un tema específico. El material contiene un problema a resolver. Éste viene desglosado en pequeños problemas ante los cuales hay varias alternativas a elegir. De acuerdo a la selección realizada, los estudiantes serán enviados a otra sección del texto, a su vez, de las opciones seleccionadas dependerá que el alumno se acerque o se aleje de la respuesta correcta.

El objetivo de este artículo es hacer referencia a la implementación de esta técnica en el aula universitaria, mostrando las opiniones vertidas por los alumnos acerca de los beneficios o no, que les proporcionó la aplicación de la misma para la adquisición de conocimientos.

## Metodología

Esta experiencia se realizó durante el período lectivo 2006, con los alumnos que asistieron a Análisis Matemático I, asignatura inicial de las carreras de Ingeniería que se dicta en ambos cuatrimestre, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. El grupo de ingresantes a esta facultad es heterogéneo, pues está compuesto por egresados de todas las modalidades de las distintas escuelas medias de la zona de influencia de esta casa de estudio. Un alto porcentaje de ellos presenta grandes dificultades académicas y déficit en lo que atañe a hábitos y estrategias de estudio, como así también la integración al grupo, etc. (Figari y otros, 2003).

Conscientes de estas falencias, y con la intención de lograr en los alumnos aprendizajes significativos, implementamos como una actividad integradora de la unidad didáctica "Derivada de una Función", la técnica participativa, Incidente Programado Complejo: Laberinto de Acción. La misma se puso en práctica en dos cursos, uno de los cuales contaba con 110 alumnos, a los que se los dividió en 16 grupos de seis ó siete integrantes cada uno, y otro con 32 alumnos donde se formaron 8 grupos de 4 integrantes cada uno; a cada grupo se le presentó un problema a resolver.

A continuación se les explicó en que consistía la técnica, sus reglas, sus objetivos y el tiempo máximo estipulado para resolver el problema, el que consideramos de 50 minutos. A cada grupo se le entregó una Hoja de Instrucción con las indicaciones para desarrollar la tarea, además de los dieciocho documentos que conformaban el Laberinto de Acción y una encuesta a contestar de forma individual, con el fin de evaluar la técnica, como así también el logro de los objetivos planteados.

Durante la realización de la tarea el docente no sólo debe observar el trabajo de los grupos, sino también supervisar activamente la participación de todos los integrantes de los mismos, haciendo cumplir el tiempo establecido y evaluando constantemente la aplicación de la técnica.

A los grupos se les presentó como problema realizar un estudio completo de una función racional y bosquejar su gráfica.

A continuación presentamos la hoja de instrucción y los documentos por los cuales podía transitar cada grupo para resolver la tarea que se les planteó.

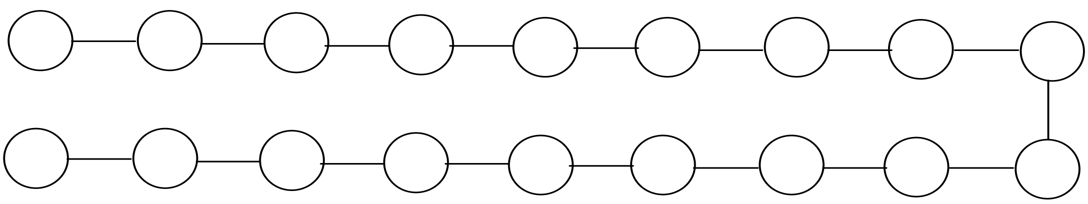
## HOJA DE INSTRUCCIÓN

INSTRUCCIONES

1. Inicie el ejercicio analizando la situación expuesta en el Documento No.1.
2. Tome su decisión optando por una de las variantes expuestas.
3. Inscriba el número de su decisión en las circunferencias correspondientes que aparecen debajo y tome el Documento que tiene el mismo número de la variante escogida.
4. Trabaje de la forma indicada anteriormente hasta el fin del laberinto.
5. Cuando termine comuníqueselo al profesor y conserve el protocolo en su poder.

RECORRIDO

*Nota*: No haga caso al número total de posibilidades expuestas, no necesariamente tiene que utilizarlas todas.



## DOCUMENTOS

| Documento N.° 1 | Documento N.° 2 |
|---|---|
| *Primer paso:* Escribe el dominio de la función<br>Dom f(x) = ………………….<br>Si lograste escribirlo pasa al Documento N.° 3.<br>Si no lograste escribir el dominio de la función recurre al Documento N.° 2. | Una función real f definida en un conjunto D (dominio de definición) de números reales es una regla que asigna a cada número c en D exactamente un número real, denotado f(x).<br>Resulta útil concebir una función como una máquina. Si x está en el dominio de la función f, entonces x entra en la máquina, se acepta como una entrada y la máquina produce una salida f(x) de acuerdo con la regla de la función. De este modo podemos concebir el dominio como el conjunto de todas las entradas posibles. |

Documento N.° 3

*Segundo paso:* Encuentra las intersecciones con los ejes.

Intersección con el eje x ..........................

Intersección con el eje y.........................

Si las encontraste pasa al Documento N.° 5.

Si no te acuerdas como hallarlas te sugiero recurrir al Documento N.° 4.

Documento N.° 4

Para hallar la intersección con el "eje x" se hace f(x) = 0, es decir es hallar todos los puntos de coordenadas (x, 0).

Para hallar la intersección "eje y" se hace x = 0, es decir es hallar el punto de coordenadas (0, y).

Documento N.° 5

*Tercer paso:* Verifica si la función es simétrica respecto al eje y, al origen o a ninguno de los dos.

..........................................................................................

..........................................................................................

Si lo verificaste pasa al Documento N.° 7.

Si no te acuerdas como hacerlo recurre al Documento N.° 6 .

Documento N.° 6

Una función es par si se cumple que f(x) = f(-x). El significado geométrico de una función par es que su gráfica es simétrica con respecto al eje y.

Una función es impar si se cumple que -f(x) = f(-x). La gráfica de una función impar es simétrica respecto al origen.

Si no se cumplen las dos condiciones anteriores la función no es par ni impar, es decir gráfica no mantiene ninguna simetría.

Documento N.° 7

*Cuarto paso:* Encuentra si la gráfica de la función tiene asíntotas verticales, horizontales u oblicuas.

Asíntota vertical ..............................

Asíntota horizontal .........................

Asíntota oblicua ...............................

Si lograste encontrarlas pasa al Documento N.° 10.

Si no recuerdas cómo hallar la asíntota vertical recurre al Documento N.° 8.

Si no recuerdas cómo hallar la asíntota horizontal o la oblicua recurre al Documento N.° 9.

Documento N.° 8

La recta $x = x_0$ es asíntota vertical de la gráfica de la función si se cumple al menos una de las siguientes igualdades.

a) $\lim\limits_{x \to x_0^+} f(x) = +\infty$ b) $\lim\limits_{x \to x_0^+} f(x) = -\infty$

c) $\lim\limits_{x \to x_0^-} f(x) = +\infty$ d) $\lim\limits_{x \to x_0^-} f(x) = -\infty$

Ahora puedes volver al Documento N.° 7.

Documento N.° 9

- La recta y = L se llama asíntota horizontal de una curva f(x) si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones: $\lim\limits_{x \to +\infty} f(x) = L$ ó $\lim\limits_{x \to -\infty} f(x) = L$

- La asíntota oblicua es una recta que la podemos escribir como y = a x + b siendo:

$$a = \lim_{x \to \infty} \frac{f(x)}{x} \quad y \quad b = \lim_{x \to \infty} \left(f(x) - ax\right)$$

Vuelve al Documento N.° 7.

Documento N.° 10

*Quinto paso:* Utilice la derivada primera para encontrar los puntos críticos y determinar dónde la gráfica de f(x) es creciente y dónde es decreciente.

Puntos críticos ......................

Intervalos de crecimiento .......................

Intervalos de decrecimiento .........................

Caracteriza los puntos críticos, según sean máximo, mínimo o ninguno de los anteriores.

Si lograste encontrarlos pasa al Documento N.° 14.

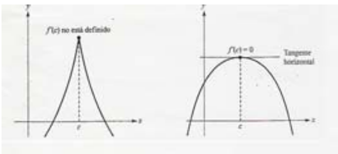
Si no recuerdas cómo hallar los puntos críticos recurre al Documento N.° 11.

Si no recuerdas cómo hallar los intervalos de crecimiento y decrecimiento recurre al Documento N.° 12.

Si no recuerdas cómo caracterizar los puntos recurre al Documento N.° 13.

### Documento N.° 11

Sea f definida en c. Si $f'(c) = 0$ o si $f'$ no está definida en c, se dice que el punto (c, f( c )) es un punto crítico de f.




Si lograste encontrar los puntos críticos pasa al Documento N.° 10.

### Documento N.° 12

Sea f una función continua en un intervalo cerrado [a, b] y derivable en cierto intervalo (a, b).

1. Si $f'(x) > 0$ para todo x en (a, b), f es creciente en [a, b].
2. Si $f'(x) < 0$ para todo x en (a, b), f es decreciente en [a, b].
3. Si $f'(x) = 0$ para todo x en (a, b), f es constante en [a, b].

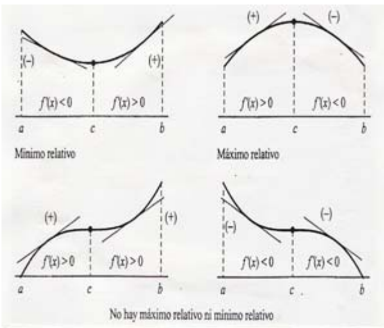
Ahora vuelve al Documento N.° 10.

### Documento N.° 13

Sea c un número crítico de una función f continua en un intervalo abierto (a, b) que contiene a c. Si f es derivable en ese intervalo, excepto quizás en c, entonces f(c) puede clasificarse:

$f'(x)$ cambia en c de negativa a positiva, f(c) es un mínimo relativo de f.

Si $f'(x)$ cambia en c de positiva a negativa, f(c) es un máximo relativo de f.




Ahora vuelve al Documento N.° 10.

### Documento N.° 14

*Sexto paso:* Utiliza la derivada segunda para encontrar los puntos inflexión, determinar donde la gráfica de f(x) es cóncava hacia arriba y donde es cóncava hacia abajo y aplique el criterio de la segunda derivada para verificar la caracterización de los puntos críticos.

Puntos de inflexión ........................................................

f(x) cóncava hacia arriba en los intervalos ...............

f(x) cóncava hacia abajo en los intervalos ..............

Verificación de la caracterización de los puntos crítico.s

Si lograste encontrarlos pasa al Documento N.° 18.

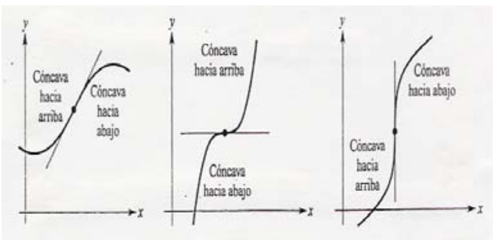
Si no recuerdas cómo hallar los puntos de inflexión recurre al Documento N.° 15

Si no recuerdas cómo hallar los intervalos donde f (x) es cóncava hacia arriba o cóncava hacia abajo recurre al Documento N.° 16.

Si no recuerdas cómo aplicar el criterio de la segunda derivada para caracterizar los punto críticos recurre al Documento N.° 17.

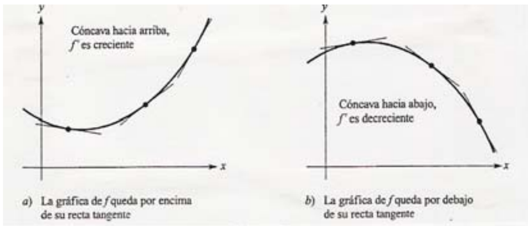
### Documento N.° 15

Si la gráfica de una función tiene puntos en los que la derivada segunda cambia de signo, se dice que dichos puntos son puntos de inflexión. La Figura muestra tres tipos diferentes de puntos de inflexión.




### Documento N.° 16

1. Sea f derivable en c. Si la gráfica de f es cóncava hacia arriba en (c, f(c)), la gráfica queda por *encima* de la recta tangente en (c, f(c)) en algún intervalo abierto que contiene a c. Figura a).
2. Sea f derivable en c. Si la gráfica de f es cóncava hacia abajo en (c, f (c)) la gráfica queda *debajo* de la recta tangente en (c, f (c)) en algún intervalo abierto que contiene a c. Figura b).

<table>
<tr>
<td>Para localizar los posibles puntos de inflexión basta determinar los valores de x donde $f''(x) = 0$ y aquellos en que $f''(x)$ no está definida.<br><br>Vuelve al Documento N.° 14.</td>
<td>
<br><br>Sea f función cuya derivada segunda existe en un intervalo abierto (a,b).<br>1. Si $f''(x) > 0$ para todo x en I, la gráfica de f es cóncava hacia arriba en (a,b).<br>2. Si $f''(x) < 0$ para todo x en I, la gráfica de f es cóncava hacia abajo en (a,b).<br><br>Vuelve al Documento N.° 14.</td>
</tr>
<tr>
<td><u>Documento N.° 17</u><br><br>Supongamos que $f'(x)$ y $f''(x)$ existen en todo punto de un intervalo abierto (a , b) que contiene a c y supongamos que $f'(c) = 0$ .<br>1. Si, $f''(c) > 0$ , f( c) es un valor mínimo relativo de f.<br>2. Si $f''(c) < 0$ f (c) es un valor máximo relativo de f.<br><br>Vuelve al Documento N.° 14.</td>
<td><u>Documento N.° 18</u><br><br>Finalizado el análisis realiza el bosquejo de la función.<br><br>No importa que tan extenso haya sido el camino recorrido, lo válido e importante es haber llegado al final.</td>
</tr>
</table>

## Resultados

Trascurrido el tiempo establecido para el desarrollo de la actividad cada grupo entregó la tarea realizada y las encuestas individuales, a continuación se les indicó cual era la trayectoria más corta para llegar al fin del laberinto de modo que pudieran reflexionar acerca de la actividad ejecutada.

Analizado el material entregado, pudimos constatar que del curso de 110 alumnos solo cinco grupos habían podido completar el recorrido del laberinto, mientras que del otro curso la mayoría pudo llegar al final. Consideramos que una de las dificultades que se presentó fue la cantidad de alumnos que constituía cada grupo, ya que en el curso más numeroso, al estar los grupos constituidos por mayor cantidad de integrantes se dificultaba llegar al consenso entre pares, debido a los diferentes ritmos en la construcción del conocimiento, lo que les insumía más tiempo.

En general, se evidenció la falta de experiencia en algunos grupos para resolver problemas en conjunto.

De las encuestas, transcribimos a continuación algunas apreciaciones vertidas por los alumnos en las mismas:

"Esta técnica me ayudó porque entre todos hacemos lo que solo no puedo hacer".

"En los trabajos en grupo se forma un debate que te ayuda en el aprendizaje".

"Nos ayuda a intercambiar ideas sobre el tema a tratar y a darnos cuenta donde estamos parados".

"Ayuda a generalizar todo lo aprendido".

"El trabajo de esta manera se hace mas entretenido y más interesante".

"La aplicación de esta técnica me ayudó a razonar".

"Muchas cabezas piensan más que una, ya que todos aportan y se consigue un mejor rendimiento".

"Este método nos ayuda a autoevaluarnos y saber en que tenemos que reforzar conocimientos para tener bien en claro el tema".

"Es un método que ayuda a replantear dudas y saber que hay que volver a estudiar".

"El método utilizado sirve para fijar los conceptos de una manera didáctica".

"Está bueno para cambiar un poco el trabajo cotidiano".

Del análisis de las opiniones expresadas por los alumnos en las encuestas podemos deducir que la aplicación de esta técnica permitió a los alumnos, entre otras cosas: reforzar conocimientos que no se tenían claros; poder autoevaluarse; fortalecer relaciones de estudio grupales, ayudándose entre pares; contar con una forma distinta de estudio; etc.

## Conclusiones

En una clase numerosa no resulta tarea sencilla lograr la participación activa de todos los alumnos en el aula. La incorporación de esta técnica en el trabajo grupal generó una movilización enriquecedora creando un clima propicio para el aprendizaje, ya que el intercambio reflexivo entre pares y con el docente, favorece la comunicación entre los mismos.

Las dificultades que se presentaron fueron, por un lado, la falta de experiencia en algunos grupos para resolver problemas en conjunto, y por el otro, en el curso más numeroso, el tiempo destinado para la resolución de las mismas, ya que para la mayoría fue insuficiente, debido a los diferentes ritmos en la construcción del conocimiento.

A pesar de estas dificultades, del análisis de las opiniones vertidas por los alumnos de ambos cursos en las encuestas se constató que este método didáctico les permitió:

- Reforzar conocimiento que no se tenían claros.
- Autoevaluarse.
- Ayudarse entre pares.
- Salir de la rutina cotidiana.
- Contar con una forma distinta de estudio.
- Fortalecer relaciones de estudio grupales, etc.

Creemos que esta técnica participativa es otra alternativa para desarrollar la tarea en el aula. Ésta propicia un trabajo reflexivo y de cooperación entre grupos, fomentando el intercambio de ideas, potenciando el sentido crítico por parte de los alumnos, despertando un mayor interés por la realización de la tarea, así como por la profundización del conocimiento. La técnica participativa es una herramienta útil en la resolución de problemas y debe ser evaluada para adecuarse a las características de cada grupo.

## Bibliografía

COLECTIVO DE AUTORES. *Los métodos participativos. ¿Una nueva concepción de la enseñanza?* CEPES, La Habana, Cuba. En: http://cepes.uh.cu/bibliomaestria/metodospaticipativos [04-06]

FIGARI, Claudia; BERRINO, María Inés; BOUCÍGUEZ, María Beatriz; IRASSAR, Liliana Elisabet; MODARELLI, María Cristina; NOLASCO, María Rosa, y SUÁREZ, María de las Mercedes. (2003): "Innovación educacional y perfiles socioculturales: el primer año en las carreras de ingeniería", en: *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*. Año 4, n.° 6, pp. 37-47. Colección aportes a la Educación. Editorial de la Fundación. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. Argentina.

MONEREO, Carles; CASTELLÓ ,Montserrat; CLARIANA, Mercé; PALMA, Monserrat, y PÉREZ, María Lluisa (1995): *Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la Escuela*. Barcelona. España Editorial GRAÓ de Series Pedagógicas.

SMITH, Robert T., y MINTON, Roland B. (2003): *Cálculo*. México. McGraw-Hill, Interamericana S.A.

STEWART, James (2006): *Cálculo. Conceptos y contextos.* México. 3.ª ed. Interamericana Thomson Editores.

THOMAS, George B. (2006): *Cálculo. Una variable.* México. Undécima edición. Pearson Educación. 2006.