

MESA REDONDA

Las Matemáticas y las tecnologías de la información

Modera:

Rafael Martínez

Participantes:

Antonio González Rebés, Máximo Bolea

Cuestionario para participantes

- 1) ¿Debe replantearse el currículo de matemáticas a la luz de los métodos de trabajo provocados por las N.T. (principalmente calculadora y ordenador)?
 ¿Hay que preparar matemáticamente a los escolares para convivir con una sociedad de la informática y la tecnología?
 ¿De qué aspectos conceptuales del currículo podríamos prescindir debido al uso de las N.T.?
 ¿Merece la pena el esfuerzo (tanto de tiempo y espacio como económico) para lo que se consigue con los escolares?
- 2) Se insiste mucho en los aspectos procedimentales ¿en que medida las aplicaciones de las N.T. nos aportan vías procedimentales?

¿En qué nos ayudan y perjudican a la hora de ampliar un bagaje de recursos y procesos?

¿Existe algún peligro en este sentido al obtener resultados automáticamente sin realizar el escolar todos los cálculos necesarios (polémica sobre la calculadora)?

- 3) Hablando de metodologías, ¿son herramientas neutras el ordenador y/o la calculadora?

¿Cómo podemos ser selectivos con la oferta de programas de E.A.O. y de aplicaciones con la calculadora y ser coherente con nuestra forma de enseñar?

¿Es un mito que la calculadora y el ordenador pueden favorecer una atención diversificada de nuestro alumnado?.

Texto de **Rafael Martínez**

I.B. Cardenal Cisneros. Madrid

Las Nuevas Tecnologías de la Información y muy particularmente los medios informáticos y las calculadoras están modificando no solo los "modus operandi" sino incluso la percepción en casi todos los ámbitos del trabajo científico y más significativamente en el campo matemático:

* Los ordenadores tratan eficazmente símbolos y números con algoritmos y estrategias que permiten resolver problemas hasta ahora inabordables, nos ofertan nuevos medios para describir y construir sistemas en los que poder simular, resolver o predecir la evolución de sistemas complejos.

* Ante la imposibilidad de comprobar y verificar a mano algunos resultados matemáticos obtenidos computacionalmente se insinúan algunas posturas:
 - La muerte de la demostración (Jhon Horgan, 1993)
 - La duda de la certeza acorde con la fiabilidad de los equipos y programas informáticos (Cristop Pöppe, 1994).

* En cualquier caso los tediosos y prolijos cálculos quedan en manos de los ordenadores y calculadoras; los virtuosismos manuales para encontrar

transformaciones que hicieran resolubles algunos cálculos dejan paso a procesos más directos sin importarnos el coste del cómputo operacional.

Por otro lado las herramientas informáticas para el cálculo numérico y simbólico y, especialmente, para la representación gráfica están cada día mas presentes en el quehacer matemático. Nuevos campos de trabajo invaden la cotidianidad de los matemáticos: Reconocimiento de formas, caos y determinismo, geometría fractal, redes neuronales, experimentos virtuales, lógicas difusas y polivalentes, ...

Se dispone, en definitiva, de un instrumento con el que simular nuestros modelos matemáticos, experimentar y operar con ellos, familiarizarnos con sus interacciones.

La irrupción de estos medios en la sociedad introduce algunos elementos matemáticos en la cultura: algunos aspectos de la teoría y medida de la información, de la representación numérica, de la lógica de clases y predicados, del álgebra de Boole, etc. son manejados por usuarios informáticos sin la precisión que necesitan.

Con todo esto asistimos a una proliferación de software para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: aplicaciones más o menos cerradas, más o menos significativas y validas, más o menos acordes con nuestros métodos pedagógicos, pueden favorecer una enseñanza más individualizada y diversificada, un tratamiento autodidacta o a distancia, centrarse en aspectos conceptuales, adiestrar en técnicas específicas, ...

Así mismo las casas fabricantes de calculadoras están sumergidas en una carrera por introducir cada vez más y mejores aplicaciones a sus productos creando una especie de miniordenador de bolsillo, que lo hacen disponible en todo momento y situación, a la vez que complica de forma grande su uso y utilización.

Finalmente estamos viviendo en una sociedad con, cada vez, mayor capacidad de poseer estos medios (ordenadores y calculadoras) en los propios hogares, haciendo que sean familiares y cotidianos, pero al mismo tiempo sin ofertar un aprendizaje mínimo para su utilización adecuada y fructífera. ¡Cuántas inversiones infravaloradas y mal utilizadas!

Todo esto no puede ser en ningún modo ajeno y desconocido para las personas que nos dedicamos al apasionante campo de la enseñanza de las matemáticas. Muchas de estas consideraciones deben de ser tomadas en cuenta, reflexionar sobre ellas y sacar las conclusiones propias necesarias para la tarea diaria en la escuela.

INCONVENIENTES DEL USO DEL ORDENADOR EN EL AULA

Texto de **Antonio González Rebés**
Universidad Politécnica de Madrid.

El debate sobre la utilización de las nuevas

9. Influencia de las Nuevas Tecnologías

herramientas informáticas en la enseñanza de las Matemáticas es actualmente un tímido reflejo de otro de mayor envergadura que se está produciendo en nuestra Sociedad. Cada vez más, la informatización de tareas en todos los niveles de la vida cotidiana nos hace dependientes de las máquinas. Es sorprendente, pero pasa, que de vez en cuando toda la actividad de un Ministerio o de un banco se paralice por que "se ha estropeado un ordenador" o "se ha caído una red". Si las nuevas tecnologías permiten mejorar los procesos y agilizar las tareas, el precio también es muy elevado: la dependencia. Es evidente que el debate tiene que producirse también en la enseñanza ya que cuanto más acostumbremos a los alumnos a apoyarse en las máquinas (no solo ordenador, también calculadoras), más dependientes de ellas los haremos y más vulnerable será la Sociedad en ese aspecto.

Máquinas de calcular las ha habido siempre. El ábaco, cuya utilización sigue estando muy extendida en el mundo, es una poderosa herramienta que permite hacer operaciones aritméticas más deprisa que con lápiz y papel, la regla de cálculo permitía hacer todas las operaciones que actualmente soporta la calculadora científica. ¿Qué hay en las nuevas herramientas que justifique la alarma? cada cual responderá según sus temores pero, en una primera aproximación yo afirmaré que el problema es que con calculadoras o con ordenador, el control del cálculo ya no lo lleva el usuario sino la propia máquina. El ábaco o la regla de cálculo ayudaban a calcular, la calculadora y el ordenador calculan. Además no se equivocan, o al menos eso se admite. El usuario de una de estas máquinas descarga absolutamente su responsabilidad en ella y se autolimita en sus facultades hasta el punto de no hacer nada sin ella.

Si estos argumentos eran viejos y conocidos, ahora hay que añadir los derivados de otras tareas que están asumiendo las máquinas. Se trata de algo potencialmente más importante y es la gestión de la información. Desde el correo a las publicaciones los movimientos económicos incluso los contratos, el ordenador está sustituyendo al papel y a los medios tradicionales de comunicación. Existen ya instituciones educativas en cuyos planes de estudio la presencia física del alumno es innecesaria, mediante un modem y un ordenador se realiza la comunicación profesor-alumno y se transmite el material de trabajo. Hay también programas para evaluar automáticamente el rendimiento académico y para proponer tareas complementarias o correctoras en el proceso. Se llegará a cuestionar la utilidad del profesor.

Todo esto tiene un precio y el verdadero debate se debería establecer en términos de coste/beneficio. Las ventajas, que las hay y son evidentes, tienen contrapartidas, dependencia, problemas físicos y psicológicos, pérdida de valores sociales y del espíritu crítico. ¿Hasta qué punto compensa?

En un estrato inferior aparecen también problemas añadidos: introducción de intereses comerciales en el aula, dependencia cultural, empobrecimiento del idioma y hasta desmotivación (¿quién quiere saber cómo el ordenador ha resuelto la ecuación? lo importante es que la ha resuelto). Y siguen surgiendo

preguntas ¿tenemos derecho los profesores a descargar nuestra labor en las máquinas? ¿hasta qué punto? ¿no estaremos produciendo individuos con graves limitaciones intelectuales?.

Espero que este debate nos permita a todos aproximarnos más a las respuestas o, como mínimo, a ser conscientes de las implicaciones éticas de un movimiento, la introducción de las nuevas tecnologías en la enseñanza, en el que todos estamos involucrados, en mayor o menor medida y que hoy por hoy parece imparable.

Texto de **Máximo Bolea**
Uned. Huesca

1ª Pregunta

Conviene empezar recordando que el carácter abierto que hoy tienen los currículos unido a que los objetivos se plantean en términos de capacidades nos proporciona cierta libertad para seleccionar y organizar los contenidos curriculares. La insistencia en contenidos procedimentales y en vías constructivas para los aprendizajes favorecen un concepto de "hacer y trabajar matemáticas" que mejora el tradicional "saber matemáticas" y entronca de lleno con la experimentación y simulación de modelos que favorecen las nuevas tecnologías.

Se puede justificar la necesidad de revisar algunos aspectos de nuestro currículo en relación con las nuevas tecnologías desde las propias fuentes pedagógicas, epistemológicas, desde la psicología del aprendizaje y muy especialmente desde las del ámbito socio-cultural: Los desarrollos tecnológicos especialmente los vinculados a las tecnologías de la información impregnan la organización social y laboral, conviene por lo tanto una formación que integre al individuo en esta sociedad; para una socialización de la información es preciso dotar de algunos conocimientos básicos a los escolares, no podemos permitirnos una élite privilegiada y una ciudadanía "analfabeta funcionalmente" en relación con el acceso a la información a través de los medios informáticos y telemáticos. Junto a ello es preciso asumir algunos valores de respeto y tolerancia y estimular la capacidad crítica a la hora de seleccionar, usar, compartir, producir o distribuir determinadas informaciones a través de procesos informáticos.

Los medios informáticos están cambiando la percepción y métodos de hacer matemáticas. No se trata de cuestionar la lógica interna de nuestra disciplina pero sí de ser conscientes que la evolución científica en nuestro campo tiene vínculos significativos con estas tecnologías que nos facilitan instrumentos con los que simular nuestros modelos matemáticos. La ligadura conceptual de nuestros contenidos, las perspectivas historicistas etc. siguen estando allí, pero a la hora de organizar nuestros contenidos hay que contemplar también los nuevos "modus operandi" que proporcionan estas tecnologías informáticas. En definitiva no es una cuestión de quitar y poner contenidos sino de conseguir un enfoque de los mismos que, acentuando los procesos, las tramas conductoras, las decisiones y las aplicaciones,

9. Influencia de las Nuevas Tecnologías

conduzca a mejorar ciertas capacidades de reconocimiento, elección, uso y aplicación de modelos matemáticos sistematizando estrategias y procedimientos de trabajo. Este esfuerzo lleva un coste en tiempo discente y como mal menor parece natural que sea a cargo de la adquisición de determinadas destrezas operativas que no obstante requerirían su tiempo para ser aprendidas con el apoyo de las N.T.

Las destrezas operativas pierden significado cuando se dispone de programas que realizan cálculos simbólicos y toman más relevancia los aspectos conceptuales y relacionales (el saber que se trae uno entre manos). Sabemos que a los pocos años de pasar por un bachillerato, salvo para aquellos que continúan estudios de Ciencias, se olvida como resolver una integral o calcular una derivada determinada, esto no es grave, lo peor es que no recuerde qué es, para que le sirva; si se desconoce esto difícilmente se podrá recurrir a buscar la información que nos actualice o al programa informático que nos resuelva el problema. Conclusión: Las destrezas y virtuosismos de cálculo pueden relegarse a segundo término y es conveniente priorizar y enfatizar los conceptos y sus aplicaciones a fin de que se puedan identificar y relacionar ante un problema real y se sepa acceder a los recursos con ellos relacionados (incluidos los informáticos).

Aunque existan algunas asignaturas de opción para integrar curricularmente esta cultura informática y aunque a través del software de E.A.O. nuestros alumnos se familiaricen indirectamente con estas tecnologías, es conveniente reforzar en cada nivel y área aspectos específicos relacionados con las T.I.. Por ejemplo, desde las matemáticas y para un bachiller es razonable y tiene sentido el conocer las unidades de medida de la información y de la comunicación, la operativa booleana, la forma de representación numérica en un ordenador, una visión básica conjuntista de un sistema relacional de datos, los elementos básicos de un lenguaje o pseudolenguaje de programación estructurado etc. Para alcanzar algunas capacidades estos contenidos son tan operativos como otros.

En condiciones óptimas se podría ir más lejos y plantear en algún contexto experimental de investigación o innovación el análisis de algunos modelos matemáticos sencillos relacionados con campos actuales de trabajo, por ejemplo: la modelización infográfica, algunas estructuras de datos y algoritmos de sistemas de información gráfica, la codificación, encriptación, compresión, controles de redundancia, transformaciones filtro de ruido o resalte de la información, los problemas del reconocimiento de formas sencillas, sistemas con atractores (caos y determinismo), geometría fractal, redes neuronales, experimentos virtuales, lógicas difusas y polivalentes, etc.

2ª Pregunta

Desde la vertiente psicológica, aprender matemáticas implica "hacer matemáticas" y esto entraña una labor

individualizada en la que se resalten los procesos. El uso de las N.T.I. para apoyar la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas tienen ya un amplio historial de experiencias contrastadas. Los programas de E.A.O. para matemáticas de carácter cerrado, son preferidos por una buena parte del profesorado dado que proporcionan algunos rendimientos sin excesiva planificación, en general responden a la adquisición de destrezas de cálculo y a la asimilación de conceptos y suelen utilizarse como refuerzo; la elección de procedimientos queda generalmente fuera del alcance del alumno. Las herramientas más abiertas permiten el planteamiento y la simulación de muchos supuestos matemáticos dejando abiertos los procedimientos de trabajo, pero tienen algunos problemas: requieren el adiestramiento del alumno en la herramienta, el diseño pormenorizado de las actividades para escalar las dificultades exige mucho trabajo de preparación al profesor y es difícil ponerlas en práctica en situación real de aula (muchos alumnos y pocos ordenadores).

Ante esta disyuntiva querría dejar dos reflexiones:

Hasta los materiales más tradicionales pueden usarse innovadoramente. Recuerdo un antiguo programa de EAO que se limitaba a dar los resultados de alcance y altura máxima en un tiro oblicuo partiendo del impulso, ángulo de elevación, y velocidad del viento; su uso habitual era la comprobación de los resultados de algunos ejercicios de composición de movimientos. Un compañero planteaba alternativamente la búsqueda y variación alternada de las variables relevantes, la obtención de datos significativos y el análisis de los resultados, la búsqueda de relaciones y el establecimiento de hipótesis y finalmente la predicción y verificación de algunos supuestos, siempre esforzándose en sistematizar la estrategia seguida y los procedimientos de trabajo (Claro que justo debería ser al revés la fuente de datos debería provenir del mundo real y el trabajo de modelización apoyarse mediante herramientas informático-matemáticas).

Si hay que adiestrar al alumno en alguna herramienta abierta me inclino por elegir aquellas que tienen gran implantación en el mercado (algunos programas de cálculo simbólico requieren poco hard y son económicos) y acercan más al mundo real al tener el valor añadido de ser consideradas herramientas profesionales, aunque las utilicemos para planteamientos restringidos. El trabajo de preparar materiales de aula sistemáticos, integrados en el currículo del Centro, destinados a apoyar aprendizajes mediante estas herramientas, difícilmente podrá abordarse individualmente y requieren de una organización y trabajo de equipo, pero será más fácil encontrar publicaciones que nos ayuden.

Ciertamente, no sólo los cálculos tediosos, sino que muchas situaciones sistematizables son dejadas en manos de calculadoras programables o computadores, podemos ser más directos en la obtención de resultados, no nos importa el coste operacional a la hora de buscar soluciones. ¿Es esto un peligro, debemos de pagar un peaje ante tal liberación?. Seguramente depende mucho de cómo se hagan las cosas, tener demasiadas "cajas negras" no

9. Influencia de las Nuevas Tecnologías

es bueno en matemáticas pero así es el mundo en que vivimos.

Traeré un ejemplo ilustrativo a este respecto. Con la aparición de las calculadoras se rasgaron algunas vestiduras, se negaba la ventaja de pulsar una tecla y obtener el resultado de una raíz cuadrada argumentando que algunos escolares no aprendían el algoritmo manual; la realidad es que aunque se conozca el algoritmo se pulsará la tecla y lo substancial, conocer que significa la raíz cuadrada, no era cuestionado. Pero curiosamente no se planteaba otra reflexión análoga: ¿cuántos profesores pulsaban una tecla para obtener el logaritmo de 0,123456, quienes podrían dar sin más ayuda que el lápiz y el papel su valor con una precisión apropiada?. Como se recordará el desarrollo en serie de $L(1+x) = x - x^2/2 + x^3/3 - \dots$ converge en $(-1,1]$, pero su velocidad de convergencia es desesperante aún con la ayuda de un ordenador. ¿Cómo se hace, cómo implementan los circuitos electrónicos esta función?, la respuesta en los clásicos que calculaban a mano (Rey Pastor, Elementos de la teoría de funciones (Serie logarítmica)). Y qué sucede cuando la pulsación de una tecla nos devuelve el resultado de una integral indefinida o nos proporciona resultados de cuestiones más complejas; imaginémoslo, pero como siempre la cuestión es conocer lo que uno se trae entre en manos y saber interpretar los resultados aunque no estará de más una cierta curiosidad para saber cómo funcionan las cosas.

3ª Pregunta

Los equipos y programas informáticos son instrumentos y es sabido que no hay instrumentos neutros, sus diseños imponen y condicionan su aplicabilidad y especialmente es el que los utiliza el que los impregna y polariza en función de su cultura y también del conocimiento que tenga del propio medio. Con todo interesa ser cauto, el envoltorio tecnológico no debe seducir ya a nadie, el hecho es que este es el medio en que se desenvuelve en gran medida nuestra cultura, el valor añadido que proporciona el tratamiento informático no debe despitarnos del contenido real.

En el mundo occidental, donde todavía cada individuo es importante, la diversificación es la gran tarea pendiente en la enseñanza de este siglo que termina. Pongámonos de alumnos: algunos aprendizajes son individuales y querríamos que transcurrieran con nuestras particularidades, ritmos y necesidades, no todo es posible pero sin duda que el carácter interactivo de las nuevas tecnologías favorecerá aspectos autodidactas; otros aprendizajes requieren de la comunicación que no debe terminar en los compañeros de aula, es necesario ampliar las bases de estas comunicaciones y colaboraciones, hay muchos instrumentos y las tecnologías nos abren nuevas puertas.

En otro orden de cosas los enseñantes deberemos tomar conciencia de los recursos que las tecnologías nos brindan para atender a los alumnos con

necesidades educativas especiales.

El propio Ministerio de Educación junto a algunas organizaciones y empresas están haciendo desarrollos en periféricos y software específico para favorecer la integración educativa de estos alumnos, estos esfuerzos merecen nuestra atención.

Así las cosas, y en grandes líneas, a la hora de elegir nuestros programas para apoyar la enseñanza deberemos analizar: en primer lugar, lo mismo que al seleccionar un libro de texto, la estrecha relación con los contenidos de nuestro currículo, la afinidad metodológica, etc.; pero también, lo mismo que al adquirir cualquier aplicación informática, su extensión de mercado y precio, sus requerimientos técnicos, la sencillez de uso y la versatilidad para implementar nuestras actividades de aula. Y es aquí donde la experiencias e intercambios se hacen necesarios para tomar decisiones apropiadas. Al venir a estas jornadas profesionalmente habéis demostrado vuestra inquietud al respecto, esperamos entre todos haber contribuido a clarificar este apasionante reto que nos plantean las T.I. en nuestro trabajo.