

LA CLASE DE MATEMÁTICA Y LOS MEDIOS TECNOLÓGICOS

José Salvador CARRASCO, Patricia Esther PERALTA

*Colegio del Solar - Instituto Superior Juan XXIII
Solar 509 - PB - 1 - Bahía Blanca (8000) - Argentina
profesorjosecarrasco@yahoo.com.ar
patricia.peralta6@infovia.com.ar*

Nivel Educativo: Educación Polimodal.

Palabras Clave: mediación tecnológica, génesis instrumental, instrumentalización, intrumentación.

RESUMEN

El presente trabajo pretende describir y analizar dentro de los marcos teóricos correspondientes, el recorrido inicial de una propuesta didáctica que combina el empleo de calculadora científica (no graficadora) y software de procesamiento simbólico y gráfico (DERIVE), que tiene como punto de partida el Primer Año del Nivel Polimodal. La experiencia apunta a poder lograr la evolución de los alumnos desde la instrumentalización hacia la instrumentación. En otras palabras, lograr que el medio tecnológico se incorpore a sus esquemas de acción (reorganización conceptual). De esta manera, se promueve una visión considere al alumno y a la tecnología como un sistema inseparable capaz de producir actividad matemática con la misma validez epistemológica que la desarrollada en el entorno habitual de lápiz y papel.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el contexto educativo

El empleo masivo de las TIC en la sociedad actual produce transformaciones profundas en cualquiera de los ámbitos en los cuales aquellas están presentes. El sistema educativo no puede menos que acompañar esos cambios, ya que uno de sus fines es la inserción activa, productiva, reflexiva y crítica de los ciudadanos que hoy están dentro de su alcance. Ese acompañamiento implica la incorporación de la tecnología en los centros escolares, que lejos está de ser inmediata y aséptica.

La mediación instrumental

Una rápida mirada a las prácticas áulicas en las clases de Matemática permite constatar la fuerte presencia de actividades en el entorno de lápiz y papel. Esta tecnología ha perdurado por mucho tiempo, a tal punto que se ha tornado invisible. Como consecuencia de ello, las actividades que se generan a partir de ella suelen ser tomadas como independientes de las herramientas y, más aún, consideradas como auténtico pensamiento matemático. “Hay una tendencia que supone que las Matemáticas son resultado de un intelecto “puro”, sin relación

con alguna forma de tecnología” (Moreno Armelia, 2008). La incorporación de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática ha puesto sobre el tapete la cuestión de la Mediación Instrumental. Es decir, la estrecha relación entre la actividad cognitiva (el conocimiento producido) y los instrumentos usados.

Génesis instrumental

Frente a los medios tecnológicos es necesario distinguir el llamado *Proceso de Génesis instrumental*. Este proceso es, básicamente, una transformación en la que un medio tecnológico pasa de cumplir una función de herramienta a la función de instrumento. En la primera función, el medio tecnológico es herramienta en la medida que no modifica el pensamiento del estudiante. Simplemente lo auxilia o complementa. Esto exige una adaptación del sujeto a la herramienta. Es un proceso dirigido hacia la herramienta denominado *instrumentalización*. Sin embargo, a medida que se van produciendo cambios en la forma de afrontar los problemas y por sobre todo en las estrategias de resolución, el estudiante puede reorganizar su pensamiento matemático gracias a la presencia de la herramienta. En otras palabras, el estudiante incorpora funcionalmente la herramienta a sus esquemas de acción. La herramienta pasa así a cumplir la función de instrumento. Ahora, el proceso está dirigido hacia el sujeto (proceso de *instrumentación*).

Transposición computacional

Los entornos informáticos han introducido, indudablemente, una nueva manera de hacer Matemáticas, creando micromundos matemáticos dentro de los cuales los alumnos pueden experimentar de una manera totalmente novedosa. Paralelamente surge una nueva manera de relacionar las representaciones de objetos matemáticos en estos micromundos con sus correspondientes referentes teóricos, lo que pone en el centro de la problemática la cuestión de la fidelidad. “La literatura sobre la tecnología nos muestra que el problema de la relación entre una representación y lo que representa a menudo se plantea en términos de fidelidad” (Balacheff, 2000). Si bien se está lejos aún de dar respuestas definitivas al respecto, no hay duda que es imposible evitar los efectos secundarios (previstos o no) que surgen en el momento mismo de incorporar los entornos informáticos en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Es importante, entonces, que los docentes estén preparados para enfrentar los nuevos desafíos que propone la transposición computacional.

“La transposición computacional y el dominio de validez epistemológica están intrínsecamente relacionados. Un tema clave de investigación en la próxima década será entender los procesos relacionados, especialmente sus características intrínsecas (las que no se modificarán con el progreso técnico), y desarrollar marcos teóricos y metodologías para la identificación de un dominio epistemológico de validez” (Balacheff, 2000)

La integración tecnológica

Si bien las propuestas curriculares emanadas desde los organismos oficiales han impulsado el uso de calculadoras y entornos informáticos en las clases de Matemática, su inserción plena está aún lejos de producirse. Aunque no es objeto de este trabajo el análisis de las razones que provocan ese fenómeno, queremos señalar algunos indicadores que permiten un acercamiento al mismo y que poseen estrecha relación con el contexto en el que desarrollamos nuestra experiencia:

(a) La mera presencia de los recursos tecnológicos dentro de la institución escolar no asegura su integración en las prácticas áulicas.

- (b) Desigual valoración social versus valoración educativa de los medios tecnológicos.
- (c) Los nuevos instrumentos tecnológicos (calculadora científica y software) se conciben sólo como elementos que ayudan a los alumnos a corroborar lo que ya sabe.
- (d) Desconocimiento de los procesos de instrumentalización e instrumentación y de la complejidad de las relaciones sujeto-instrumento, instrumento-objeto y sujeto-objeto (mediada por el instrumento)

FINALIDADES DE LA PROPUESTA

- ✓ Diseñar e implementar actividades que incorporen la calculadora científica y el software de procesamiento simbólico y gráfico como instrumentos de organización conceptual
- ✓ Analizar el proceso de génesis instrumental
- ✓ Evaluar la validez epistemológica de las producciones de los alumnos mediadas por los entornos tecnológicos utilizados.

LA EXPERIENCIA

A efectos de comprender mejor, y desde una perspectiva situada, la institución en la cual tiene lugar esta experiencia y los actores involucrados en ella, detallamos a continuación algunos aspectos relevantes.

La institución escolar

Se trata de un establecimiento privado (sin subvención estatal), bilingüe, con doble escolaridad, que cuenta con los niveles Jardín Maternal, EPB, ESB y Polimodal (Ciencias Humanas y Ciencias Naturales). Al mismo concurren alumnos provenientes de hogares de niveles económicos medio-altos y altos. Con respecto a la disponibilidad tecnológica asociada con esta propuesta, se cuentan con dos salas de computación con, aproximadamente, 20 computadoras cada una.

El diagnóstico inicial de los alumnos

Detallamos algunos de los emergentes que detectamos durante el período de diagnóstico, en lo referente a la disponibilidad y uso de la calculadora científica.

- (a) El 95% de los alumnos poseen modelos cuya sintaxis del cálculo en el visor es de forma horizontal que permite la lectura de todos los símbolos y números introducidos.
- (b) Desconocimiento de la existencia o de la forma de uso de algunas de teclas (por ejemplo, potencia y raíces de exponente o índice mayor que 3)
- (c) Escasa información sobre los diferentes modos en que operan las calculadoras
- (d) Atribución de errores al funcionamiento de la calculadora principalmente ante resultados que no coinciden con aquellos previstos.
- (e) Confianza absoluta en los resultados mostrados en pantalla ante resultados que no pueden prever.

Las primeras actividades y la terna sujeto-instrumento-objeto

Atendiendo al diagnóstico, las primeras actividades apuntan a la interacción sujeto-instrumento. Sin embargo, en el proceso de génesis instrumental no es posible, muchas veces, demarcar de forma tajante dicha interacción de la que se establece entre instrumento-objeto o sujeto-objeto (mediada por el instrumento). A modo de ejemplo, se observa que si bien los alumnos definen adecuadamente lo que es un número racional y reconocen las distintas

expresiones decimales, al obtener la expresión decimal de $7/6$ (para el que la calculadora arroja 1,1666666667), dudan que el mismo sea o no periódico. Algo similar sucede con $1/17$ (que la calculadora arroja 0,058823529), para el que las opiniones oscilan entre una expresión decimal exacta o una expresión irracional.

Un punto de partida que consideramos relativamente sencillo para los estudiantes, tiene que ver con la sintaxis. Para ello proponemos un primer trabajo que incorpora el entorno de lápiz y papel con el de la calculadora. A continuación presentamos una parte de ella.

Completa la siguiente tabla

Enunciado verbal	Sintaxis en el papel	Resultado	Sintaxis en la calculadora	Resultado
(1) El cuadrado de 2				
(2) El cuadrado de -3				
(3) El cubo de dos tercios				
(4) La raíz cuadrada de $25/4$				
(5) La cuarta parte de la raíz cuadrada de 25				
(6) El inverso de dos quintos				

En esta actividad se pide a los alumnos que traduzcan las expresiones verbales como lo hacen habitualmente sobre el papel, y deduzcan su resultado. Luego deben transcribir la expresión que ingresan en la calculadora, tal y como aparece en el visor. En este punto apelamos a su honestidad intelectual, es decir, que realmente escriban lo que introdujeron en sus primeros intentos. De todas maneras, estas situaciones se discuten grupalmente a partir de exponer la tabla en el pizarrón.

Surgen, así, situaciones muy interesantes que revelan la complejidad del fenómeno de la mediación instrumental y de las diferentes relaciones entre los componentes de la terna sujeto-instrumento-objeto.

(a) La ausencia/presencia de introducción de paréntesis en cada entorno (Puntos 2, 3 y 6 de la tabla). Aquí los alumnos aprecian las equivalencias entre ambos. Se discuten también los cambios que se producen ante la omisión de los mismos en cada uno de ellos.

(b) Los puntos (4) y (5) favorecen una discusión más amplia. Por un lado, para el punto (4) el entorno de lápiz y papel no obliga al uso de paréntesis, situación equivalente a la calculadora científica (que los alumnos ingresan empleando la tecla de fracción). Sin embargo, el punto

(5) suele ser escrito por los alumnos, en el papel, bajo estas dos formas: $\frac{1}{4}\sqrt{25}$ ó $\frac{\sqrt{25}}{4}$. La

segunda genera controversia al ser ingresada en la calculadora de la misma forma que la del punto (4), ya que la calculadora devuelve $5/2$. En un primer intento por revertir la situación, algunos encierran el 25 entre paréntesis (que no arroja el resultado esperado). Se propone, entonces, sustituir el uso de la tecla de fracción, por la de división ($\sqrt{25} \div 4$). Aquí puede observarse la cuestión de la relación sujeto-objeto (mediada por el instrumento). ¿No son equivalentes la notación de fracción que la de división? ¿No han aprendido los alumnos que la línea de fracción implica una división?

En un segundo momento, se introduce por primera vez el medio informático, en este caso representado por el software DERIVE. Basándonos en la misma actividad, los alumnos agregan nuevas columnas en la tabla en la cual transcriben la forma en que escriben (horizontalmente) la expresión, la forma en que el software las traslada a la pantalla, y el resultado que arroja.

Se inicia, entonces, una nueva etapa, en el que se analizan las similitudes y diferencias entre los tres entornos (lápiz-papel, calculadora y software) en virtud de las posibles interacciones antes mencionadas. Una de las primeras cuestiones vuelve a ser la sintaxis. En los ejemplos mencionados de los puntos (4) y (5) de la tabla, los alumnos encuentran que el software no

diferencia entre la división y la línea de fracción (ambas se ingresan por un único comando “/”). Por otra parte, el punto (4) exige escribir la fracción entre paréntesis. Pero, por sobre todo, queremos resaltar la importancia que posee el software en cuanto devuelve en pantalla la misma notación que en el entorno de lápiz y papel. Y esto reviste interés, porque se constituye en una forma de control directo que no lo tiene al trabajar con la calculadora. En ésta, el alumno no advierte, en muchos casos, el error de escritura hasta que no aparece el resultado en el visor (y sólo en el caso en que éste pueda ser previsto). Como hemos visto, para $\frac{\sqrt{25}}{4}$ es común que los alumnos ingresen $\sqrt{25} _ 4$ y detecten el error cuando el visor muestra $5 _ 2$.

Pero si pretende obtener una aproximación del número irracional $\frac{\sqrt{2}}{3}$, es posible que confíen en el resultado que arroje la calculadora al introducir $\sqrt{2} _ 3$. Sin embargo, con DERIVE el alumno tiene una forma de control directo, antes del resultado, que es la devolución de la expresión en pantalla.

A partir de estas actividades iniciales, vamos ampliando el espectro de situaciones que permiten profundizar (y mejorar) las distintas interacciones, siempre en vistas de lograr la integración de la tecnología a los esquemas de acción.

- ✓ Cómo introducir diferentes notaciones en cada entorno tecnológico (números mixtos, notación científica, pi, etc.)
- ✓ Cómo lograr, si es posible, que el entorno devuelva un resultado en una determinada notación.
- ✓ Cómo lograr introducir raíces de índice mayor que 2.

Es importante destacar cómo durante todo este proceso de interacción sujeto-instrumento el alumno debe apelar a sus conocimientos previos y adaptarlos de acuerdo con la relación objeto-instrumento. O por el contrario, producir conocimiento relacionarse con un objeto según sea el instrumento de mediación.

Considérese, por ejemplo, el último ítem citado (raíces de índice mayor que 2 en el entorno del DERIVE). Este último punto es importante, porque aprovechamos las diferencias entre la calculadora y el software, para incorporar el concepto de exponente fraccionario. La calculadora (más allá que cuente con una tecla especial para cálculo de raíces cúbicas) permite ingresar raíces de índice mayor que 2, sin mayores dificultades. Por ejemplo, para $\sqrt[4]{16}$ es $4 \sqrt[4]{16}$. Pero DERIVE no admite esa posibilidad. Ahora bien, en vez de explicar en forma directa cómo se hace, se les propone a los alumnos que diseñen ecuaciones que posean como soluciones números irracionales (más específicamente radicales irracionales de índice mayor que 2). Obviamente, los primeros ejemplos propuestos son muy sencillos, del tipo: $x^3 = 2$, $x^4 - 3 = 8$, etc., pero suficientemente potentes para el objetivo perseguido. Así surgen situaciones muy sugestivas para discutir, más allá del objeto matemático exponente fraccionario. DERIVE muestra como soluciones para los dos ejemplos dados $x = 2^{1/3}$, $x = -11^{1/4}$ \vee $x = 11^{1/4}$, respectivamente. Esta relación que establece el instrumento con el objeto (exponente fraccionario) obliga al alumno a analizar esta situación y producir un nuevo conocimiento. Como comentario adicional, en este punto de la propuesta, los alumnos ya han aprendido cómo lograr que el software muestre una aproximación de dichos números irracionales y pueden controlar si la aproximación de $2^{1/3}$ que da DERIVE coincide en sus primeros decimales con las que da la calculadora para $\sqrt[3]{2}$. Es el momento, entonces, para volver sobre la calculadora. ¿Permite la introducción de exponentes fraccionarios? Y aquí surge una nueva situación. Naturalmente los alumnos introducen $2 _ 3$ y sorprendentemente la calculadora arroja $\frac{2}{3}$ ¡Un racional!

Avanzando en la propuesta

Otro aspecto que nos permite seguir en el camino iniciado es aquel que tiene que ver con los mensajes que emite el entorno tecnológico. No nos estamos refiriendo tanto al error de sintaxis, sino al Math ERROR de la calculadora. Para aprovechar esta situación se le propone a los alumnos dos cálculos: 2^{2008} y $\frac{2008}{0}$. La calculadora arroja en ambos casos el mismo mensaje (que es traducido por los alumnos como Error Matemático). La discusión se genera entonces en función del significado de tal mensaje. Algunas de las respuestas de los alumnos son:

- ✓ “No tienen solución”
- ✓ “No las puede hacer la calculadora, aunque no sé por qué”
- ✓ “Es extraño porque la segunda da 0 ó 1, no recuerdo bien”
- ✓ “El mensaje te dice que la calculadora no anda bien (tal vez se esté quedando sin pilas)”

La clase se encamina, entonces, al análisis matemático de cada expresión. Para la primera, los alumnos terminan argumentando que es posible multiplicar el 2 por sí mismo 2008 veces pero que el resultado es muy grande y que excede la capacidad de la calculadora para mostrarlo. La segunda expresión, requiere un poco más de esfuerzo ya que tienen incorporada la idea de la existencia de reglas del tipo “todo número elevado al exponente cero ...”, “todo número multiplicado por 1 ...”, etc. Finalmente se logra el consenso: “2008 dividido 0 no existe, porque no es posible encontrar un número real que multiplicado por 0 dé 2008”. Todo lo anterior lleva al grupo a reconsiderar el mensaje Math ERROR. ¿Es un error matemático en el primer caso? ¿Qué actitud tomar cada vez que aparezca ese error? Una vez que ésta y otras situaciones similares quedan aprendidas, los alumnos vuelven a ingresarlas, ahora, en el DERIVE. En el caso de 2^{2008} el software muestra algún tipo de resultado aproximado (según se lo haya configurado). Los alumnos aceptan que el software es “más poderoso” que la calculadora. Pero en el caso de $\frac{2008}{0}$, sorprendentemente, la pantalla arroja $\pm\infty$. Los alumnos no desconocen el símbolo ya que manejan intervalos en la recta, pero los desconcierta. Entre sus respuestas:

- ✓ “¿Por qué aparece el símbolo de infinito si el resultado no existe?”
- ✓ “¿Qué significa \pm delante del infinito? ¿No se escribe uno o el otro dependiendo para qué lado de la recta nos movemos?”

Como puede verse, la interacción entre el instrumento (calculadora o software) y el objeto $\frac{2008}{0}$ es esencialmente distinta en cada caso y, en consecuencia, condiciona la manera que tiene el sujeto de relacionarse con el objeto (según el instrumento que emplee en la mediación). Indudablemente, en este trabajo en el cual los alumnos conviven con tres entornos (lápiz-papel, calculadora, software) se dan situaciones no deseadas e imprevistas. En cuanto a estos *desvíos*, es nuestra opinión que se deben explotar didácticamente. En la situación comentada, en la cual se está trabajando aritméticamente la operación división, el software desvía el enfoque hacia el concepto de límite. Consideramos que dentro del modelo didáctico que intentamos sustentar, no podemos eludir la responsabilidad de ayudar a nuestros alumnos a buscar una respuesta. En este caso en particular, introducimos a los alumnos en el concepto de tendencia analizando el comportamiento de la expresión a medida que el denominador se acerca a 0. A su vez, esto nos permite introducir la expresión simbólica $\frac{2008}{x}$, producir tablas con DERIVE y el gráfico cartesiano, noción de variable, etc.

Como se señaló en otro apartado, estas situaciones se van ampliando y analizando en función de las posibilidades del grupo y, en lo posible, partiendo del enfrentamiento entre comportamiento del medio tecnológico y el esperado por los alumnos. Para el caso anterior, avanzamos un poco más con el análisis del cálculo $\frac{2008}{0^2}$.

El trabajo, a lo largo del año, introduce DERIVE para actividades con Álgebra: resolución de ecuaciones, inecuaciones, sistemas, identidades, etc. Dentro de esta perspectiva, nos parece importante mencionar el hecho que los alumnos desconocen que hay ecuaciones que no poseen soluciones en ningún campo numérico, como tampoco nunca han trabajado con identidades. Por esta razón, en el entorno de lápiz y papel, un paso final del tipo $5 = 7$ ó $12 = 12$ los perturban. La desaparición de la incógnita crea un desequilibrio que los alumnos atribuyen a un error de procedimiento. Es común ver cómo retroceden sobre sus pasos buscando un error *humano* (de procedimiento). Es más, algunos alumnos *fuerzan el error* para que la incógnita no desaparezca. Al comparar estos resultados con la devolución que les da DERIVE (que para el primer tipo de situaciones arroja False, y para las segundas, True) los alumnos poseen esta ayuda *extra* del software que les permite cuestionarse, reinterpretar y encontrar significado a lo que están haciendo. Situaciones como las descritas permiten que los alumnos incursiones en otros comandos y potencialidades de DERIVE tales como *expandir*, *simplificar*, *resolución algebraica*, *resolución numérica*, *mostrar los pasos intermedios*, etc.

La organización de las actividades y la evaluación

La introducción del medio computacional implica una nueva disposición dentro del espacio disponible (sala de Computación) como así también del tiempo destinado a las distintas actividades y su correspondiente distribución. Respecto de la primera, la institución escolar en la cual llevamos adelante la propuesta posee amplias salas, y la cantidad de alumnos hace que no excedan los dos alumnos por computadora. En lo que se refiere al tiempo y organización, estos dos aspectos están claramente pautados. Por una parte, desde el inicio mismo del año escolar se efectúan las reservas correspondientes de días y horarios. Por otro lado, es propio de este proceso de integración del medio tecnológico que los alumnos evolucionen en su mirada de la clase de Matemática. Lo que en un principio aparece como *novedoso* y en cierta medida *divertido*, pasa a transformarse en *normal y cotidiano*. Esto es el resultado de la continuidad y la persistencia en el tiempo de las actividades con software. Cuando la concurrencia y permanencia en la sala de computación no es un *hecho anecdótico* que sucede *imprevista* o *eventualmente*, sino que es parte de una nueva dinámica de la clase de Matemática, los alumnos comienzan a incorporar nuevos parámetros de conducta y hábitos.

Relacionado con lo anterior surge, indefectiblemente, el problema de la evaluación. Mientras que la calculadora científica es aceptada por los alumnos como un instrumento más, disponible en el momento de la evaluación, no sucede lo mismo con el software. Éste, debido a su potencialidad, es considerado como una herramienta capaz de solucionar todos los problemas que se les presenten. Sin embargo, también en este aspecto, nuestra propuesta apunta hacia un cambio de perspectiva. Consideramos que una alternativa adecuada es la Evaluación por Portafolios. Básicamente, los alumnos diseñan una carpeta de trabajo con las actividades propuestas. En las mismas incluyen los archivos propios del software y los correspondientes archivos de texto, conteniendo los informes respectivos. Estos últimos consisten, primordialmente, en conclusiones, reflexiones, argumentaciones, planteo y resolución de problemas, etc.

COMENTARIOS FINALES

La incorporación de los medios informáticos en la clase de Matemáticas plantea, por sobre todo, un gran desafío para los docentes. Ello es lo que nos ha impulsado a incursionar en estas nuevas prácticas, y comprender que la génesis instrumental exige de ciertos niveles de reflexión y análisis, que distan enormemente de pensar que basta con sentar a un alumno frente a un ordenador con una guía de actividades para generar cambios hacia su manera de hacer y apreciar la Matemática. Por el contrario, conceptos como fidelidad, validez,

reorganización conceptual, gestión de la clase, evaluación, etc, adquieren, dentro de esta otra forma de hacer Matemática, una nueva dimensión que reclama a los docentes y especialistas nuevos marcos teóricos y prácticos en pos de una mejor proceso de enseñar a aprender Matemática.

Indudablemente, la transposición computacional coloca en el centro del problema la formación inicial y permanente del profesorado. Cualquier reforma, respecto de la problemática que aquí se plantea, que no cuente con el convencimiento y preparación profesional de los docentes, tiene escasa o nulas posibilidades de éxito.

Es indudable que la sociedad en su conjunto acepta, usa (y abusa) de la mediación tecnológica en prácticamente todas las actividades humanas, pero a su vez se muestra reacia a admitir su legitimidad educativa. Por otra parte, las políticas educativas, plasmadas en sus diferentes diseños curriculares, los hechos concretos de dotar a las escuelas con las nuevas tecnologías, y la capacitación docente, parecieran desarrollarse por carriles totalmente divergentes.

Dentro de este contexto, estamos intentando incursionar paulatinamente, en un camino que nos conduzca reflexionar sobre esta nueva visión del sistema complejo que conforman el alumno y la tecnología. Creemos plenamente que la incorporación de la tecnología en las actividades áulicas ayudan a mejorar la relación del alumno con la matemática escolar. Somos conscientes de la importancia de la vigilancia epistemológica sobre la validez de las producciones de los alumnos en estos entornos. Queda mucho por explorar, pero el desafío es sumamente enriquecedor.

BIBLIOGRAFÍA

- BALACHEFF, N. (2000). *Entornos informáticos para la enseñanza de las matemáticas: complejidad didáctica y expectativas* en: Gorgorio y otros (Coords.) *Matemáticas y educación. Retos y cambios desde una perspectiva internacional*. (Grao, Barcelona)
- CABERO, Julio y otros. *La piedra angular para la incorporación de los medios audiovisuales, informáticos y nuevas tecnologías en los contextos educativos: la formación y el perfeccionamiento del profesorado*. Universidades de Sevilla, Huelva y Extremadura (España). Disponible en www.uib.es/depart/gte/rev/ec8.html
- MORENO ARMELIA, L. (2008). *Instrumentos matemáticos computacionales*. Disponible en <http://www.eduteka.org/Tema3.php>
- Marquès Graells, P. (2008). *Tecnología educativa. Documentos*. Disponibles en: <http://dewey.uab.es/pmarques/>