



Coordinado por  
Agustín Carrillo de Albornoz

## Arte y artefactos en la educación matemática Un recorrido por 3 sitios Web

*Patricio Guillermo Cocconi*

### Resumen

El número y calidad de recursos disponibles en Internet como ayudas para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática se va incrementando progresivamente. Para los niveles de educación primaria y secundaria destacan tres sitios web: NLVM, National Library of Virtual Manipulatives, Utah State University (<http://matti.usu.edu/nlvm/nav/>); NCTM, Illuminations (<http://illuminations.nctm.org/>); y MEC, Proyecto Descartes (<http://descartes.cnice.mecd.es/>); en los que se incluye, para su libre uso, una colección de programas interactivos, planes de lecciones y ejemplos para los distintos bloques de contenido matemático.

En el presente trabajo analizaremos descriptiva y comparativamente los proyectos citados, intentando identificar algunas variables sobre las que se puede actuar para mejorar el diseño y la utilización de los simuladores. Seguidamente, abordaremos algunas explicaciones posibles sobre por qué varios trabajos de investigación recientemente publicados constatan una fuerte tensión entre las altas expectativas depositadas en las TIC para favorecer la enseñanza y el aprendizaje de la matemática y la baja integración de estas tecnologías en las clases.

### Abstract

The amount and quality of the resources available on the Internet used to help the teaching and learning of Mathematics, have been increasing progressively. At Primary and Secondary education levels three web sites stand out: NLVM, National Library of Virtual Manipulatives, Utah State University (<http://matti.usu.edu/nlvm/nav/>); NCTM, Illuminations (<http://illuminations.nctm.org/>); and MEC, Descartes Project (<http://descartes.cnice.mecd.es/>). These sites include a collection of interactive programmes, lesson plans and examples to be used freely in the different areas including Maths contents.

In the present report we will analyse, in a descriptive and comparative way, the projects mentioned, trying to identify some variables on which to act to improve simulators design and use. Then, we will also work on some possible explanations about why many research works which have been published recently show a strong tension between the high expectations on TCI (Information and Communication Technologies) to favour the teaching and learning of Mathematics and the low integration of these technologies within the classes.

## 1. Introducción

La presencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los contextos educativos, da cuenta de una significativa cantidad de recursos



tecnológicos (ya sea en la modalidad de applets<sup>1</sup> u otros tipos de programas interactivos) que, usados en forma adecuada, se convierten en una herramienta potente y con interesantes funcionalidades para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.

Un mathplet (nombre que reciben las miniaplicaciones cuando se utilizan para la educación matemática) es un pequeño programa generalmente escrito en un lenguaje informático llamado Java (aunque también pueden ser componentes de animaciones Flash, Windows Media Player, JavaScript, Tec, etc. que se ejecutan dentro de otros programas como FireFox, IE y Opera) que se puede insertar en una página web para 'darle vida'. Los mismos se presentan a los ojos del usuario como escenas interactivas a modo de pizarras electrónicas que permiten modificar parámetros y observar el efecto que se produce en la pantalla. Su característica principal es estar dotados de una interfaz de gran versatilidad y operabilidad y ser independientes de cualquier plataforma (lo que los hace muy adecuados para ser utilizados en Internet).

El uso de estas herramientas no es complicado y en comparación con otros programas, no requiere dedicar demasiado tiempo para la explicación de su funcionamiento. Es por ello que, desde el primer contacto y con algunas aclaraciones del docente, el alumno será capaz de manipularlos correctamente.

Estos recursos didácticos virtuales han sido creados con la intención de favorecer metodologías activas y participativas, que permitan al alumno trabajar la matemática de forma experimental, esto es, interactuar con los objetos matemáticos, construirlos, producirlos, investigar propiedades y relaciones, hacer conjeturas, realizar simulaciones, extraer conclusiones, etc.

De esta manera, con tales herramientas, el profesor dispone de un medio para presentar de forma atractiva y dinámica distintos conceptos y procedimientos, así como, para fomentar la actividad y reflexión matemática.

## 2. Sitios Web

Actualmente, es muy numerosa la cantidad de sitios web dedicados a facilitar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática a través de la utilización de medios informáticos.

---

<sup>1</sup> En origen el término 'applet' es un diminutivo de *application* a través de la reducción a '*appl*' y la unión del sufijo '*et*'. Esta terminación de diminutivos (similar a nuestras formas en 'ito') lo tomó el inglés del francés: por ejemplo, de *pochette*, "bolsita", salió en inglés *pocket*, "bolsillo". Por tanto, el significado sería "micro-programa o miniaplicación", y estos son precisamente algunos de los nombres que se han propuesto para el applet en castellano.



Gran cantidad de instituciones de prestigio (Ministerio de Educación y Ciencia de España, Utah State University -EEUU-, National Council of Teachers of Mathematics -EEUU-, George Mason University -EEUU-, Carnegie Mellon University -EEUU-, Universidad Nacional Autónoma de México, Drexel University -EEUU-, Trinity College Dublín -Irlanda-, University of St. Andrews -Escocia-, University of Tennessee at Chattanooga -EEUU-, Universität Bayreuth -Alemania-, University of Cambridge -Inglaterra-, Viena University -Austria-, etc.) han reconocido en los mathplets una excelente oportunidad para promover el enriquecimiento del campo perceptual y de las operaciones mentales involucradas en los procesos de descubrimiento, construcción, estructuración y análisis de contenidos matemáticos.

En el presente artículo, analizaremos descriptiva y comparativamente tres proyectos extraídos de la red, dedicados a impulsar el desarrollo y difusión de recursos didácticos virtuales: NLVM, National Library of Virtual Manipulatives, Utah State University (<http://matti.usu.edu/nlvm/nav/>); National Council of Teachers of Mathematics, Illuminations (<http://illuminations.nctm.org/>); y Ministerio de Educación y Ciencia de España, Proyecto Descartes (<http://descartes.cnice.mecd.es/>).

El análisis de las propuestas se hará en función de tres ejes: la **claridad comunicativa**, los **aportes originales en el diseño hipermedial** (siguiendo algunos principios expuestos por San Martín, 2003) y las **potencialidades pedagógicas** de cada una (tomando como principal insumo los aportes de Franzolin y otros, 2006).

## 2.1. Universidad de Utah. Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuales

<http://matti.usu.edu/nlvm/nav/>

Este sitio es producto de un proyecto financiado por la National Science Foundation (Fundación Nacional de Ciencia), que comenzó en 1999 con el objetivo de desarrollar una biblioteca de manipuladores virtuales interactivos para contribuir a la enseñanza de la matemática (con énfasis en los grados Kinder-12).

El portal está bien organizado y otorga como principal característica la posibilidad de explorar el sitio en dos idiomas: inglés y español.

La información está expuesta de manera sencilla y sintética y la navegación se torna simple y lineal.

Una vez dentro de la biblioteca, se nos presenta un cuadro de doble entrada en el que se cruzan 5 bloques de contenidos ('Números y operaciones', 'Álgebra', 'Geometría', 'Medidas' y 'Análisis de datos y probabilidad') con 4 conjuntos de grados (Pre-Kinder a 2, 3 a 5, 6 a 8 y 9 a 12). Clickeando en cada cruce es posible acceder a una serie de recursos didácticos virtuales especialmente diseñados para trabajar contenidos del bloque elegido, en los grados correspondientes a la subdivisión seleccionada.



Cada recurso, y quizás aquí radica la novedad más significativa del sitio, viene acompañado de una serie de sugerencias muy útiles para el usuario. Así, se propone un listado de actividades, que en general están muy bien secuenciadas y responden a los enfoques didácticos más aceptados por estos días; y se brindan algunas recomendaciones para el docente, en las que se detallan objetivos de la actividad, sugerencias metodológicas y criterios de evaluación (entre otras cosas).

También, cada manipulador está acompañado de una serie de instrucciones de uso, escritas en forma clara y sencilla; y de los estándares de la Asociación de Docentes de Matemática de EEUU (NCTM), considerados al momento de diseñar la herramienta (esto último sólo se puede leer en inglés).

La biblioteca es extendida y refinada constantemente a través de otros proyectos, tales como [eNLVM](#), que es un proyecto que busca desarrollar unidades interactivas para la enseñanza de la matemática (también de la Universidad de Utah).

La velocidad de transferencia de los datos es alta a pesar que tenemos que esperar unos segundos hasta que se ejecuten los mathplets. Y el recorte temático del sitio es apropiado, aunque se podría desarrollar y dejar planteada la posibilidad de poder realizar enlaces hacia otras rutas. O sea, se propone, a modo de sugerencia, superar la estructura cerrada del sitio para generar otra red hipertextual más abierta.

El sitio en sí es innovador, sobre todo porque no es frecuente que una Universidad se comprometa con un proyecto que se ocupe de cuestiones vinculadas a la didáctica de la matemática. Sin embargo, el aspecto visual, especialmente la arquitectura de la interfaz de los mathplets no logra el mismo nivel de elaboración conceptual para integrarse eficazmente al sentido innovador de la propuesta.

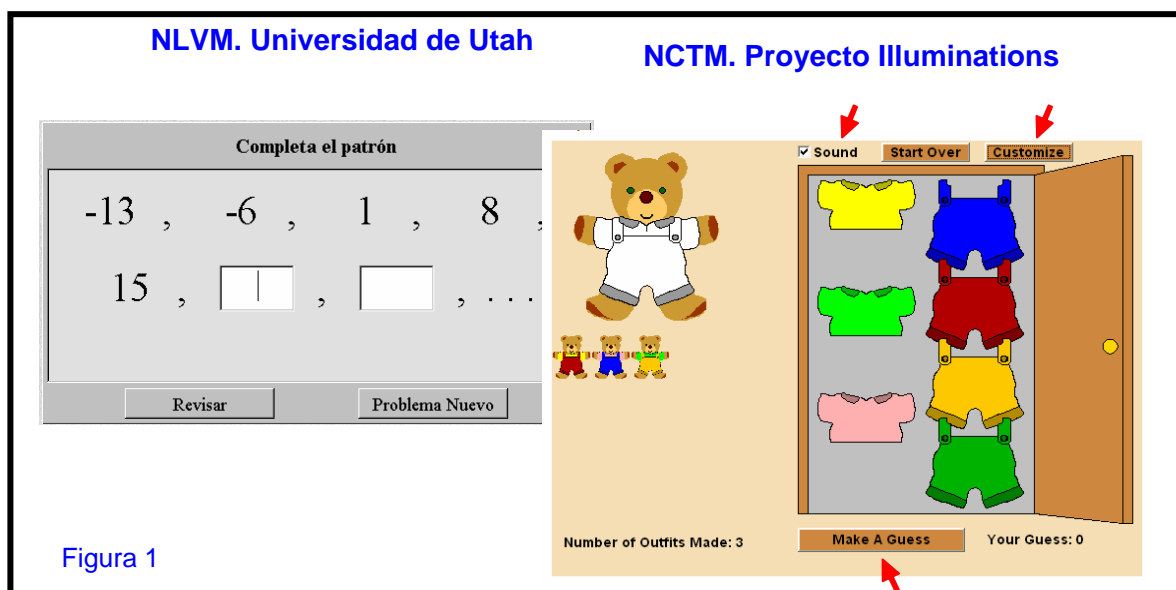


Figura 1



Además, en algunas actividades, el error no es considerado como parte del proceso de aprendizaje. Así, por ejemplo, en la actividad titulada 'Hagamos un trato' en la que se explora el problema de 'Monty Hall', al preguntársele al usuario (alumno) acerca de cuál es la mejor estrategia para ganar en el juego, el mathplet no nos permite pensar nuevamente la respuesta en caso de que ésta sea incorrecta, sino que por el contrario, la reacción inmediata de la miniaplicación es ofrecernos un cartel en el que se menciona lo que deberíamos haber contestado y porqué. De esta manera, el mathplet no admite que el alumno reflexione sobre sus propios errores y reelabore la respuesta.

En otras actividades, cuando nos equivocamos, el simulador simplemente señala que se ha cometido un error, sin proponer segundas preguntas o ayudas que acompañen el pensamiento del usuario (ver por ejemplo, 'Juego de la vida' y 'Rompecabezas de números').

Completa el patrón

4 , -4 , 4 , -4 ,

4 ,  ,  , .

Los números en ambos recuadros son incorrectos.

Revisar Problema Nuevo

**Hagamos un Trato**

Juegos: 0

G	P
0	0
0%	0%

Estrategia

Juegos Múltiples

Reiniciar

1. Si nunca cambias tu opción inicial, ¿cuántos juegos ganarías?

No exactamente. Si nunca cambias tu opción inicial, tu expectativa es ganar 1/3 de los juegos.

2. Si siempre cambias tu opción inicial, ¿cuántos juegos perderías?

No, si siempre cambias tu opción inicial, perderías solamente cuando tu opción inicial era el premio ganador. Por lo tanto, tu expectativa es perder 1/3 de los juegos. Es decir, ganarías 2/3 de los juegos.

3. Si juegas 'n' juegos (siendo 'n' par) y aplicas la estrategia de cambiar en exactamente la mitad de los juegos, ¿cuántos juegos ganarías?

Jugar Otra Vez

Figura 2

## 2.2. Ministerio de Educación y Ciencia de España. Proyecto Descartes

<http://descartes.cnice.mecd.es/>

El proyecto Descartes ha surgido por iniciativa del Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, del Ministerio de Educación de España, en 1998.

Desde entonces se han desarrollado sucesivas versiones, Descartes 2D (2001) y Descartes 3D (2003), que han ido mejorando la edición e incorporando nuevas opciones y herramientas que amplían sus posibilidades (geometría tridimensional, macros, editor de fórmulas, nuevos sistemas de autoevaluación del alumno, etc.).



Descartes es un **nippe** “núcleo interactivo para programas educativos”, o sea, un programa realizado en Java que permite crear applets. De esta manera, lo que caracteriza a Descartes es que es un software configurable, es decir, que los usuarios (profesores) pueden "programarlo" para que aparezcan diferentes escenas interactivas.

El objetivo de este proyecto es dotar a los profesores de materiales didácticos suficientes, para que puedan utilizarlos con sus alumnos para enseñar y aprender matemática, con la mayor facilidad posible, bien usando directamente los materiales didácticos desarrollados por otros, bien adaptando los materiales ya existentes a sus necesidades o bien desarrollando materiales originales.

De este modo, se puede decir que Descartes es un proyecto abierto, pues admite las aportaciones de todos los profesores interesados en participar. Más aún, el sitio ofrece un curso que busca capacitar a los docentes para desarrollar aplicaciones que luego podrán insertar en la página.

El concepto de navegación que subyace en este sitio es el de una red abierta. Se ofrecen enlaces a otras páginas que tratan también el aprendizaje de la matemática a través de escenas interactivas, y direcciones de e-mail e invitaciones (con links) para realizar sugerencias o recabar mayor información sobre el tema.

La cantidad de materiales didácticos que se proporcionan en el sitio es muy amplia y variada. Los mismos se agrupan en cuatro categorías: Unidades didácticas, Miscelánea, Aplicaciones y Experiencias.

Clickenado en la categoría ‘**Unidades didácticas**’ se tiene acceso a una gran cantidad de propuestas desarrolladas en el CNICE (Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa), las cuales están clasificadas por ciclos de la ESO (Educación Secundaria Obligatoria) y modalidades del Bachillerato. Se aprecia que las unidades presentadas responden a enfoques muy variados. Así, existen propuestas que parecen haber sido pensadas para impartir una clase magistral y otras que ponen el acento en el trabajo del alumno, promoviendo el establecimiento de hipótesis y conjeturas, la exploración y el trabajo colaborativo.

Esta variedad pone de manifiesto las posibilidades y potencia de los recursos didácticos virtuales, pero al mismo tiempo nos recuerda que el valor de los mismos no es intrínseco y, por tanto, para que desempeñen un papel en el aprendizaje es necesario formular tareas que inciten la reflexión y el trabajo matemático.

En la categoría ‘**Miscelánea**’ se recogen escenas aisladas que tratan aspectos muy variados del currículo de matemática y que pueden servir para que los profesores las utilicen directamente para ilustrar conceptos y técnicas básicas, o para que construyan con ellas actividades y propuestas de trabajo en el aula. Al decir de los responsables del proyecto, esta sección pretende ser una **caja de herramientas matemáticas** que cada profesor puede utilizar como apoyo y refuerzo





al trabajo diario. El profesor podrá disponer de escenas para crear sus propias lecciones, elaborando actividades para que el alumno investigue, deduzca y llegue a conclusiones por sí mismo.

En la zona denominada '**Aplicaciones**', los docentes que han desarrollado algún applet pueden 'colgar' sus trabajos. Si bien la disparidad en la calidad de las propuestas es muy evidente, existen en esta sección algunos trabajos muy completos, con excelentes presentaciones y que han considerado aspectos pedagógicos de gran importancia como admitir múltiples caminos en la resolución de los problemas e integrar la matemática a otras disciplinas (especialmente, es muy interesante una actividad en la que se vincula la matemática y el arte). Las aplicaciones están ordenadas por tema y se detalla el nivel educativo para el cual ha sido pensada cada una.

Finalmente, en la categoría '**Experiencias**' se recogen los ensayos llevados a cabo por los profesores en el aula. Se incluyen resultados de las experiencias realizadas por los profesores del equipo de trabajo de Descartes y las que han realizado los profesores que han seguido los últimos cursos de formación que el proyecto ofrece. Esta sección contiene también materiales de formación con orientaciones para que todos los docentes realicen sus propias experiencias en el aula.

Además de lo mencionado, el sitio ofrece un buscador (que permite localizar las aplicaciones relacionadas a un tema dado), un sistema de ayuda (con instrucciones muy precisas), un mapa (que presenta en una página los accesos a todos los contenidos del sitio), y un foro (destinado al encuentro de todas las personas que trabajan con Descartes y quieren intercambiar experiencias, ideas, preguntas, etc.).

Por último, cabe señalar que la gran ventaja que nos otorga el sitio es permitirnos descargar las unidades didácticas, las aplicaciones y la miscelánea en nuestra computadora, de forma que las podemos utilizar sin necesidad de estar conectados a la red. Los materiales didácticos los podemos descargar tanto si somos usuarios de Windows como de Linux.

### 2.3. Asociación de Docentes de Matemática de EEUU (NCTM). Proyecto Illuminations

<http://illuminations.nctm.org/>

El proyecto Illuminations es propiedad exclusiva de la Asociación de Docentes de Matemática de EEUU (NCTM). Su objetivo es proveer estándares y una base de recursos que impulsen la enseñanza y el aprendizaje de la matemática de todos los estudiantes.



Si hablamos de materiales didácticos virtuales para la educación matemática, este sitio es sumamente interesante ya que sus aportes son significativos para el desarrollo de contenidos con una perspectiva actual e innovadora.

Illuminations nos propone una navegación abierta e intuitiva, que invita a descubrir y abrir nuevos caminos para el pensamiento. Además, la coherencia iconográfica de todas las páginas del sitio es destacable en cuanto se logra una lectura integradora entre los objetos visuales y verbales.

El portal logra una síntesis armoniosa y equilibrada de texto, colores, e iconografía, invitándonos a navegar fundamentalmente a través de cuatro espacios: Actividades, Lecciones, Estándares y Web links.

Figura 3

Explorando las **Actividades** que se proponen en este proyecto, encontraremos 90 opciones distintas. La página nos ofrece la posibilidad de visualizar las 90 actividades o de seleccionar únicamente las actividades que han sido diseñadas para trabajar en un grupo de cursos en particular (los cursos están agrupados del siguiente modo: Pre-Kinder a 2, 3 a 5, 6 a 8 y 9 a 12). Se dispone también de un buscador que permite seleccionar las actividades a partir de palabras claves o frases.

Cada una de las actividades ha sido pensada para trabajar con un mathplet y viene acompañada de una serie de 'instrucciones' (en donde se explica cómo operar





la miniaplicación) y de una sección titulada 'exploración' en donde se sugieren algunas ideas para trabajar con los alumnos. Además, con cada actividad se ofrecen links a lecciones y a estándares de la NCTM que complementan muy bien lo propuesto en la misma.

En general, las actividades están inscriptas en las lógicas del modelo apropiativo o aproximativo (Charnay, 1988), permitiendo desarrollar diversas habilidades cognitivas como la creación, reflexión, análisis, memorización y formulación de hipótesis.

Dentro de las 90 actividades se ofrecen 7 'highlighted activities', que son propuestas que se destacan por la creatividad y el gran cuidado estético de las salidas gráficas de los programas.

En la categoría **Lecciones** se tiene acceso a 524 planes de lecciones. Las mismas se pueden buscar por grupos de cursos, por bloques de contenidos, por palabras claves y por actividad online asociada.

Con cada lección se detallan los objetivos de aprendizaje, materiales necesarios, plan de clase, orientaciones para el docente, preguntas para los alumnos, actividades de extensión, estándares y expectativas asociados de la NCTM, criterios de evaluación, reflexiones del maestro y referencias. Además se propone una gran variedad de links a páginas que trabajan temas similares a los que se abordan en la lección.

→ Learning Objectives

→ Materials

→ Instructional Plan

In the previous parts of this unit, students carried out graphical and numerical analyses of the trout population problem. They also worked with some equations. To further their understanding, students will find additional equations or formulas in this lesson.

*Reasoning About the Recursive Formula*

The equation  $A(n) = 0.8 \times A(n-1) + 1000$  models the trout population problem recursively. (This type of equation is recursive because it involves using the previous population to determine the present population.) Allow students to answer the following questions in regards to this equation:

- How can this equation be used to determine the long-term population? Use this [hint](#) if you need it.

[Use this hint](#)

- Explain why solving  $x = 0.8x + 1000$  will give the long-term population. How is this seen in the cobweb graph that was generated in the [Graphical Analysis](#) lesson? Use this [hint](#) if you need it.

*Finding an Explicit Formula*

Try to find another equation that represents this situation - an equation that has this form:

$$A(n) = \text{"some expression involving } n \text{ but not } A(n-1)\text{"}$$

Use this [sequence of hints](#) if you need it.

Such an equation is sometimes called an "explicit formula," because it gives the population explicitly in terms of  $n$ . Also, it is sometimes called a "function formula," because it gives the population as a function of  $n$ .

→ Questions for Students

→ Assessment Options

→ Extensions

→ NCTM Standards and Expectations

→ References

Expand All

NCTM Resources

Exploring through algebra in 9-12

Activities

- Affine Recurrence Plotter
- Affine Recurrence Spreadsheet

Figura 4



Salvo algunas excepciones, se ha observado que las lecciones propuestas en este sitio están muy bien resueltas, y en general, se evidencia que en ellas subyace la idea de que la utilización de los medios informáticos debe permitir reducir esfuerzos y tiempos dedicados a tareas rutinarias para centrar la atención en aspectos que sean más pedagógicos e interesantes. Al mismo tiempo, se ha advertido también que las lecciones se adecuan a la franja etaria indicada por los productores, y que bajo el título 'actividades de extensión' se presentan desafíos con crecientes niveles de dificultad (destinados a propiciar avances en el aprendizaje).

En la zona denominada **Estándares** se recogen los estándares y principios para la educación matemática de la NCTM. Los estándares vienen discriminados por bloques de contenidos y niveles educativos (grupos de cursos), y en ellos se detallan expectativas de logro, objetivos, contenidos, sugerencias metodológicas, pautas de evaluación, etc.

El principal valor de esta categoría está en los ejemplos electrónicos (E-Examples) que permiten abordar una gran diversidad de contenidos y complementan muy bien las actividades y lecciones propuestas en el sitio, y en los videos en que se recogen reflexiones y experiencias de clase que resultan muy enriquecedoras y de un gran valor formativo.

**Electronic Examples**

- E-example 7.1 Vectors
- E-example 7.2 Modeling
- E-example 7.3 Ratios
- E-example 7.4 Least Squares
- E-example 7.5 Problem Solving

**Video Reflections**

Facilitating Communication about Measurement, Exponents, and Scientific Notation

QuickTime required for viewing this video clip

Children. INU.

Cena: Look, you got, um, 1,2,3,4 tens and you, like, put A 4 right there, and put, yah, put 4, and then if you have 9, ...

Running Time - 26sec. \*  
File Size - 342 K

[click here to view video transcript.](#)

Figura 5



Finalmente, en la categoría **Web links** el sitio nos ofrece una abundante cantidad de enlaces (726 en total) hacia otras páginas que tratan temas similares. Cada link viene acompañado de un pequeño comentario, en el que se detalla lo que se puede trabajar con el recurso y se señala para que tipo de contenidos y para que cursos han sido diseñadas las actividades que allí se ofrecen.

Resulta interesante tomarse un tiempo para explorar la gran cantidad de enlaces que se proponen en este sitio, pues los mismos ponen en evidencia la enorme proliferación de recursos tecnológicos destinados a facilitar la educación matemática y la gran diversidad de criterios de desarrollo y utilización de estos recursos (con su consecuente diversidad de propuestas).

### 3. Rasgos comunes

El estudio de los 3 sitios descriptos ha permitido observar algunas características compartidas sobre las cuales es necesario reflexionar.

Una primera consideración apunta a los convenios de expresión específicos de un gran número de simuladores. En cada uno de los sitios se encontraron applets con elementos notacionales atípicos. Se trata de disposiciones y convenios específicos de cada proyecto que dejan de utilizarse en cuanto se pasa a manipular un simulador perteneciente a otra propuesta (significados locales que entran en conflicto con otros significados institucionales de referencia).

Si una de las finalidades de los sitios analizados es compartir los recursos creados con todos aquellos que tengan acceso a la red, resulta necesario que, al momento de diseñar los applets, se respeten los criterios y las convenciones admitidas por la comunidad matemática internacional.

Otro rasgo distintivo de los tres sitios estudiados es la excesiva compartimentación del saber. Quizás muchas veces debido a escasas posibilidades tecnológicas, los micro-programas han sido diseñados para explorar situaciones muy específicas, no disponiendo de la flexibilidad y variantes que el aprendizaje del contenido en cuestión demanda.

Hasta que no contemos con simuladores más blandos y dúctiles (lo cual implica, modificar el perfil creativo y diseñar interfaces completamente intuitivas que inciten a la interactividad de los usuarios -reconociendo la necesidad de crear una estética propia y original hipermedial adecuada a las pantallas de las computadoras personales-), la salida, para mí, es complementar cada programa con otras miniaplicaciones, además de utilizar la tecnología tradicional de "lápiz y papel".

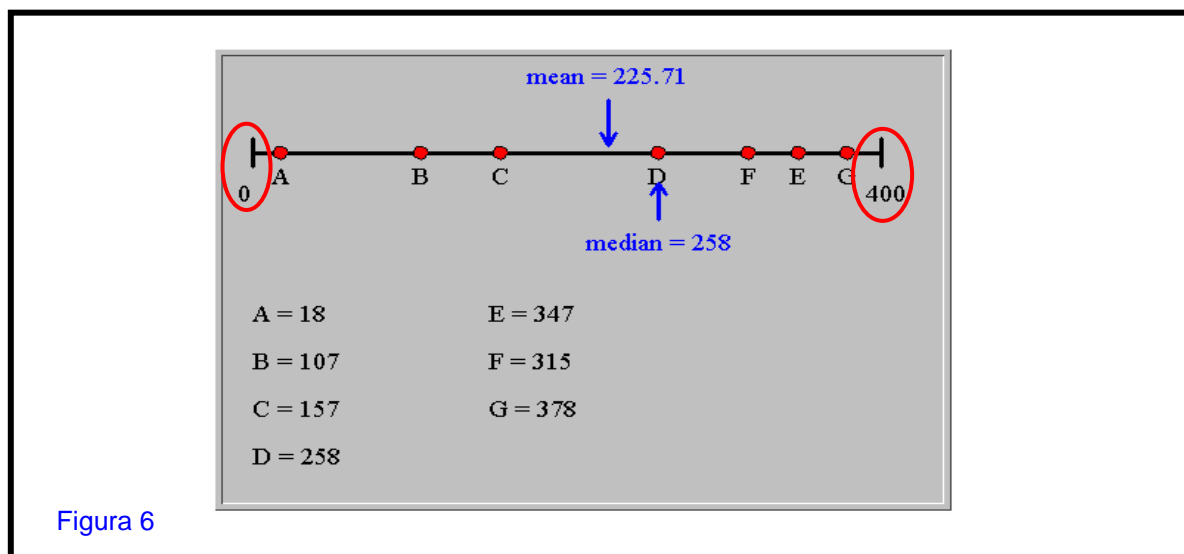
Si bien los diseñadores de estos recursos anexan sugerencias y recomendaciones para su uso, se puede formular como hipótesis que los alumnos,



especialmente de primaria, necesitarán explicaciones complementarias para su manejo e interpretación, ya que incorporan diversos convenios sintácticos, referenciales y operacionales.

Muy probablemente, para que los alumnos alcancen un alto grado de autonomía en la realización de las tareas, el profesor deberá comunicar adecuadamente los significados sintácticos y operatorios del dispositivo, observando que los alumnos tengan un cierto dominio previo de los conceptos matemáticos asociados al simulador (que en muchos casos se suponen conocidos).

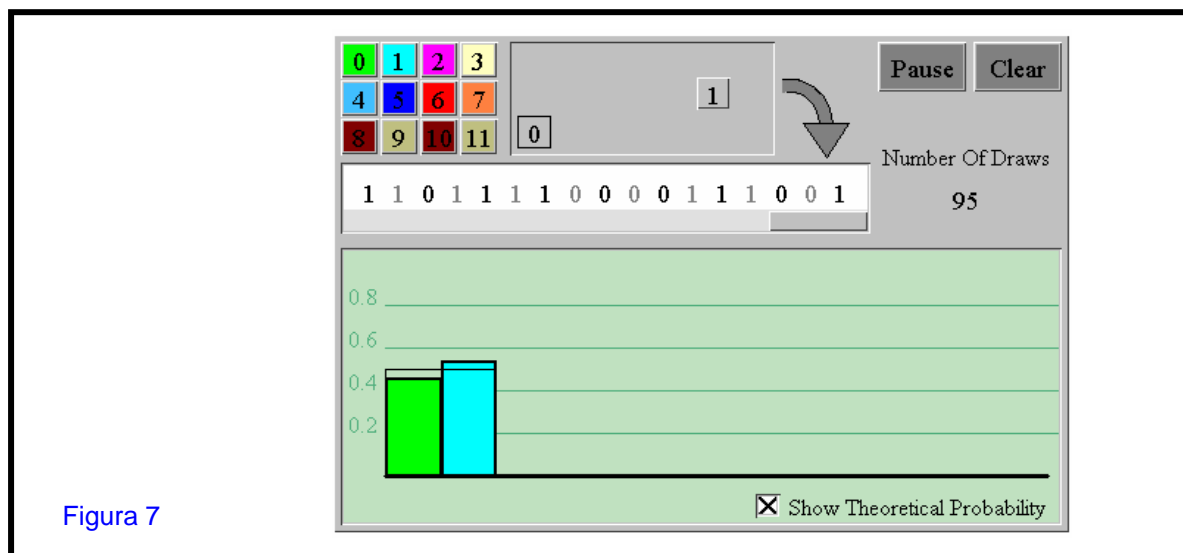
Otra característica que se ha presentado en simuladores de los tres sitios, es que algunos de los dispositivos sólo permiten trabajar dentro de un rango de valores, acotando posibilidades de uso y de extracción de conclusiones (por parte de los usuarios), e influyendo significativamente en la optimización de la idoneidad didáctica de los procesos de estudio que se diseñarán centrándose en la manipulación de estos recursos.



Por otra parte, un aspecto que también se repite en varios dispositivos es la baja resolución gráfica de la interfaz, lo cual interfiere en la apreciación visual de algunos datos que resultan relevantes para comprender el fenómeno que se está estudiando. Por ejemplo, en un applet en el que se propone analizar a qué valor tiende la probabilidad experimental de que salga cara en un número alto de tiradas de una moneda (a través de una barra que crece o disminuye conforme se simulan las tiradas, y que se contrasta con una línea horizontal que representa la probabilidad teórica del suceso), se encontró que, debido a la arquitectura de la salida gráfica, el programa muestra una cierta estabilidad y convergencia de la probabilidad experimental hacia la teórica, incluso en un número pequeño de simulaciones (por ejemplo, 30 ensayos). Es decir, la resolución gráfica de la pantalla interfiere en la apreciación visual de la magnitud de la desviación entre la



probabilidad experimental y la teórica (lo cual puede reforzar en algunos usuarios la creencia en la supuesta 'ley de los pequeños números').



Finalmente, una última cualidad compartida por los tres sitios (y por todos los sitios de los que tengo noticias), es que ninguno de ellos menciona un marco teórico que sustente el diseño, la utilización y evaluación de los micro-programas, constituyendo esto un área de vacancia en las investigaciones destinadas a la didáctica de la matemática.

Nos dice Godino (2006), “*el análisis de los applets desde una teoría permite tomar conciencia de las posibilidades y limitaciones de los recursos interactivos, así como aporta información útil para su diseño o mejora*”.

#### 4. Consideraciones finales

Al comenzar este trabajo señalamos que los mathplets ayudan a crear contextos ricos que promueven el diálogo entre profesores y alumnos a propósito de unas tareas específicas. Sin embargo, la disponibilidad de estos recursos no asegura que los docentes puedan modificar sus prácticas de enseñanza, logrando que los alumnos aprendan más y mejor.

Las TIC son inertes en sí mismas. Los recursos informáticos tienen unas potencialidades que deben ser hechas realidad por el profesor, pero esto no es inmediato ni transparente.





Algunas investigaciones<sup>2</sup> que se han dado a conocer en los últimos años, han constatado una fuerte tensión entre las altas expectativas depositadas en las TIC para favorecer la enseñanza y el aprendizaje de la matemática y la baja integración que se ha logrado hacer de ellas en las clases. Nos dice Masalski (2005), *“encontrar modos efectivos de usar la tecnología para la enseñanza, aprendizaje y evaluación en matemática todavía puede ser una tarea desalentadora”*.

Al momento de explicar este fenómeno, dos ideas circulan con fuerza. La primera señala que el uso de las nuevas tecnologías de la información puede favorecer la aparición de lo que algunos autores han acordado en llamar “presión curricular”: la pretensión de abarcar demasiados conocimientos sin tener en cuenta su complejidad y los recursos escasos de que se dispone, principalmente en cuanto al tiempo asignado. Desde esta perspectiva, se menciona que muchos docentes piensan que las tecnologías son algo ‘mágico’ que les permitirá abordar una gran cantidad de conceptos en poco tiempo.

Una segunda tesis (complementaria de la primera) señala como principal explicación la “pasividad docente”. Desde esta postura se advierte que en algunas ocasiones el docente puede sentir que el simulador lo reemplaza, no actuando ante los conflictos cognitivos que se presentan a fin de hacer progresar el aprendizaje. El profesor adopta una ‘actitud constructivista’, esperando que los estudiantes por sí mismos construyan los conocimientos pretendidos.

Al respecto, afirma Godino (2003) *“la exploración de conceptos matemáticos, apoyada en el uso de programas interactivos, no está exenta de puntos muertos, de bloqueos que requieren el concurso del docente”*.

Si bien estas dos explicaciones ayudan a comprender la baja integración de las TIC en la educación matemática, resultan limitadas si lo que se quiere es abordar el fenómeno en toda su complejidad.

Hoy, profesores, formadores de profesores e investigadores en didáctica de la matemática se ven obligados a desarrollar acciones de educación inclusivas de estas tecnologías; y para ello, resulta imprescindible elaborar criterios de uso, así como herramientas de análisis de las consecuencias instruccionales y cognitivas del empleo de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática (Godino, 2005).

Se necesita un desarrollo teórico, técnico e ideológico que sustente el estudio de las principales características de los recursos didácticos virtuales y de los

---

<sup>2</sup> Dos investigaciones en las que se deja muy claro esto son las siguientes:

Lagrange, J. B. Artigue, M. Laborde, C. y Trouche, L. (2001). A meta study on IC Technology in education. Towards a multidimensional framework to tackle their integration. Proceedings of the 25 PME Conference. Freudenthal Institute, Utrecht.

Ruthven, K. y Hennessy, S. (2002). A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning. Educational Studies in Mathematics.



entornos de aprendizaje que permiten implementar. Es necesario aportar información a los profesores sobre las variables didácticas, tecnológicas, gramaticales y de diseño disponibles en cada recurso, los valores críticos de dichas variables, y las consecuencias cognitivas de distintos patrones de interacción entre el docente, los alumnos y el medio instruccional.

La visión restringida que estudia la incorporación de los recursos tecnológicos al campo educativo únicamente desde la dimensión pedagógico-didáctica, conduce a resultados oclusivos y a concepciones fragmentarias e insuficientes para dar cuenta a nivel teórico de la integración sistémica del marco ontológico, epistemológico y metodológico que esta realidad demanda.

Comprender la problemática multidimensional implicada en la integración de las TIC en las clases de matemática, requiere una mirada global, capaz de integrar conocimientos tecnológicos, comunicacionales, organizacionales, semióticos y de diseño a los pedagógicos y didácticos.

## Bibliografía

- Charnay, R. (1988). "Aprender (por medio de) la resolución de problemas". En Parra, C. y Saiz, I. (compiladoras). *Didáctica de matemáticas. Aportes y reflexiones*. Editorial Paidós, Buenos Aires.
- Franzolin, F. Pereira Dos Santos, A. Pereira Dos Santos, I. Fejes, M. (2006). "Algunas consideraciones sobre los aspectos pedagógicos de los softwares para la enseñanza de las ciencias". Artículo publicado en *Journal of Science Education*, v. 7, n. 1.
- Godino, J. y otros. (2005). "Criterios de diseño y evaluación de situaciones didácticas basadas en el uso de medios informáticos para el estudio de las matemáticas". IX Simposio de la SEIEM, Córdoba España. Disponible en <http://www.ugr.es/~jgodino/doctorado/programa2007.htm>
- Godino, J. y otros. (2003). "Análisis didáctico de recursos interactivos para la enseñanza de la estadística en la escuela". IASE Satellite Conference on Statistics Education and the Internet. Berlín, Alemania. Disponible en <http://www.ugr.es/~jgodino/doctorado/programa2007.htm>
- Godino, J. y otros. (2006). "Análisis didáctico de un proceso de estudio de la ley empírica de los grandes números". Versión ampliada y revisada de la Ponencia Invitada al 7th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS 7). Brazil. Disponible en <http://www.ugr.es/~jgodino/doctorado/programa2007.htm>
- Lagrange, J. B. Artigue, M. Laborde, C. y Trouche, L. (2001). "A meta study on IC Technology in education. Towards a multidimensional framework to tackle their integration". Proceedings of the 25 PME Conference. Freudenthal Institute, Utrecht.



- Masalski, W. J. Preface. En, W. J. Masalski y P. C. Elliot (Eds.). (2005). "Technology-supported mathematics learning environments". Sixty-Seventh Yearbook. (p. ix). Reston, VA: NCTM.
- Ruthven, K. y Hennessy, S. (2002). "A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning". Educational Studies in Mathematics.
- San Martín, P. (2003). Hipertexto: Seis propuestas para este milenio. Editorial La Crujía, Buenos Aires.

**Nota:** Todas las páginas citadas han sido consultadas en Abril de 2008

**Patricio Guillermo Cocconi**, nacido en Wheelwright el 5 de abril de 1979, es Profesor en Matemática, Física y Cosmografía y Licenciado en Ciencias de la Educación. Profesor titular de Matemática en escuelas de nivel medio y de Didáctica de la Matemática en Institutos de Formación Docente. Capacitador docente en el área Matemática de la Dirección de Capacitación de la Provincia de Buenos Aires. Ha publicado en Diario CONTRACRISIS, Wheelwright: "Pascal, Fermat y el final del juego" (marzo/2006); "¿Cómo se propaga un chisme?" (Mayo de 2006); "La paradoja del concursante" (junio/2006); "¿Cuál es la probabilidad de tener un hijo ahijado del Presidente?" (Agosto/2006); "¿Existe el hombre lobo?" (Septiembre de 2006); "El teorema por receta", (Noviembre/2006) y "La matemática en la belleza y la belleza de la matemática" (abril/2007).

Desde su incorporación en Febrero de 2006 como "adscripto ad honorem" al Proyecto de Vinculación Tecnológica "Obra Abierta en IMAGE CAMPUS", a cargo de la Investigadora de CONICET Dra. Patricia San Martín, se encuentra investigando cuál es el papel que cumplen los recursos tecnológicos de software en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la matemática (especialmente enfocado en la transición escuela media-nivel superior). A la fecha, ha realizado un relevamiento de cuáles son las principales experiencias a nivel mundial en este sentido, con el objeto de establecer el tema de su futura Tesis doctoral.

[pgcocconi@s11.coopenet.com.ar](mailto:pgcocconi@s11.coopenet.com.ar) – [pgcocconi@hotmail.com](mailto:pgcocconi@hotmail.com)