

C152-38**¿POR QUÉ ES ÚTIL UN TALLER DE COMPUTACIÓN EN UNA LICENCIATURA EN MATEMÁTICA?****José L. AGUADO**

*Facultad de Ciencias Exactas - UNCPBA
Campus Universitario - 7000 Tandil - Argentina
jaguado@exa.unicen.edu.ar*

Nivel Educativo: Educación Superior Universitaria.**Palabras Claves:** taller, computación, software libre.**RESUMEN**

En la carrera de Licenciatura de Ciencias Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, hemos introducido un cambio de planes en el año 2004.

En este cambio de planes hemos habilitado un espacio curricular bajo la forma de una materia denominada Taller de Computación, de 90 horas (6 semanales).

Si bien se trata de una asignatura curricular, su nombre sugiere que detrás hay una propuesta didáctica: el taller precisamente.

Nosotros hemos implementado esta propuesta didáctica en el primer cuatrimestre del año académico 2005. Es decir, la asignatura se dicta en el primer cuatrimestre del primer año, para alumnos recién ingresados a la Universidad. Su dictado es paralelo al de los dos clásicos primeros cursos de Álgebra y Cálculo.

En este trabajo relatamos la experiencia dando los fundamentos del enfoque elegido para la propuesta, así como información adicional sobre los programas matemáticos de libre circulación utilizados.

INTRODUCCIÓN

Imaginar y pensar son procesos que se dan simultáneamente. Hoy en día, muy pocos adhieren a la idea de que el profesor de lectura enseña a imaginar y el de ciencia a pensar.

Los profesores de ciencias y de lectura se plantean para sus alumnos objetivos notablemente similares. Lo fundamental es la búsqueda del significado.

Moth y Padilla refuerzan la postura de que el proceso científico y la lectura son equiparables. Argumentan que “las operaciones de la ciencia integrada de realizar un experimento, interpretar los resultados y extraer conclusiones son análogas a las de leer un texto, realizar inferencias y extraer conclusiones”.

A su vez, el proceso de pensar tiene que ver con el proceso de comprender. Si no hay comprensión no hay conocimiento, y si no hay conocimiento, no hay aprendizaje.

En las carreras matemáticas, no basta con esforzarse en crear en los estudiantes habilidades para manipular fórmulas. En realidad, creemos que dónde debe fijarse el objetivo principal aquí, es en crear en estos estudiantes la habilidad de envolver frases completas alrededor de sus pensamientos matemáticos. No sólo deben saber nombrar palabras como “epsilon” “delta”, sino que en cada enunciado debe fluir un pensamiento matemático continuo desde un extremo al otro de una frase larga. Los “para todo” y los “existe” deben estar en los lugares

correctos, sin mencionar la clara distinción que debe haber entre lo demostrado y que se toma como premisas y lo que se desea demostrar.

El conocimiento que exigimos a estos estudiantes es lo que pueden abstraer a través de sus capacidades cognitivas, por esta razón, son necesarias propuestas didácticas que desarrollen los procesos de comprensión.

Baker señala que las habilidades procesales de la ciencia son la observación, la clasificación, la comparación, la medición, la descripción, la organización de información, la predicción, la inferencia, la formulación de hipótesis, la interpretación de datos, la comunicación, la experimentación y la formulación de conclusiones.

Sostiene además, que la auto-corrección, la detección de errores, la estructuración organizativa y otros procesos que intervienen en la lectura, están relacionados con las operaciones del proceso científico.

Las concepciones erróneas que los alumnos manifiestan acerca de conceptos científicos han recibido considerable atención en la literatura sobre enseñanza de la ciencia.

El problema del preconceito erróneo es de orden metacognitivo. Si los estudiantes no toman conciencia de que no poseen el conocimiento correcto, no pueden clarificar su comprensión.

El último paralelo, está dado por las dificultades de los libros de texto y la especificidad del vocabulario.

El problema de depender de los libros de texto se ve agravado por el hecho de que muchos estudiantes simplemente no saben cómo leer ni cómo estudiar con efectividad en textos.

Pero en el caso especial que estamos tratando, los estudiantes de matemática deben, además de corregir algunos pocos preconceitos, suplir con imaginación la ausencia de conocimientos previos que le sean familiares, debido a que el esfuerzo de abstracción que le exige la comprensión de los conceptos matemáticos, no halla punto de apoyo en un buen número de experiencias anteriores. Y es en este punto donde observamos que la computadora ya ha comenzado a hacer por la matemática lo que el telescopio y el microscopio hicieron por la astronomía y la biología, respectivamente.

Como generadora incansable de ejemplos virtuales, la computadora nos ofrece la posibilidad de apoyar la enseñanza de la matemática desde la perspectiva de un complemento de las concepciones cognitivas, aportando a los alumnos el sentimiento de seguridad derivada de la experiencia que adquiere cuando construye *por sí mismo*, su propia "base de datos".

En la carrera de Licenciatura de Ciencias Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, hemos introducido un cambio de planes en el año 2004.

En este cambio de planes hemos habilitado un espacio curricular bajo la forma de una materia denominada Taller de Computación, de 90 horas (6 semanales).

Si bien se trata de una asignatura curricular, su nombre sugiere que detrás hay una propuesta didáctica: el taller precisamente.

Nosotros hemos implementado esta propuesta didáctica en el primer cuatrimestre del año académico 2005. Es decir, la asignatura se dicta en el primer cuatrimestre del primer año, para alumnos recién ingresados a la Universidad. Su dictado es paralelo al los dos clásicos primeros cursos de Álgebra y Cálculo.

PROPUESTA DIDÁCTICA DE TALLER DE COMPUTACIÓN

El término computadora es ya utilizado con frecuencia en la vida diaria. Los avances científicos-tecnológicos repercuten en el área educacional de modo tal que los alumnos están familiarizados con términos como: sistema operativo, carpeta, programa.

Además consideramos que el concepto computación, por su carácter integrador y organizador, permite trabajar nociones básicas ligadas al conocimiento científico, más allá del tema puntual de los cálculos.

Es de nuestro interés que los jóvenes no sólo usen sus conocimientos de computación en aplicaciones banales (en algunos casos lamentables), sino también que puedan usarlo con un mayor nivel de abstracción y generalización que les permitirá la descripción, como así también, la interpretación y comprensión de numerosos procesos informáticos con un razonamiento más cercano al científico.

PROPÓSITOS DEL TALLER

Que el alumno analice fenómenos matemáticos en su relación con la lógica interna del procesador.

Que el alumno comprenda el significado de un concepto matemático al verse forzado a “instruir” al procesador de manera rigurosa y con sintaxis impecable, a través de experiencias de programación sencillas (“una máquina hará solamente lo que usted le enseñe”). La experiencia nos indica que el término *rigor* en matemática produce cierta desconfianza en los alumnos, cuando no sencillamente temor. Sin embargo, no oponen objeciones cuando deben ceñirse estrictamente a la sintaxis de un programa, so pena de ser observados por un censor muy estricto como lo es cualquier compilador.

Aplicar las teorías de los alumnos en la construcción de modelos computacionales que le posibiliten una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos abstractos.

Contrastar entre distintos tipos de programas de libre circulación (GNU), especialmente diseñados para usuarios matemáticos (o exactamente para enseñanza).

DESTINATARIOS

Alumnos de Licenciatura en Ciencias Matemáticas de primer año.

PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta se basa en una adaptación del modelo de Driver y Oldham:

Fase de orientación

En esta etapa se permite que se organicen los grupos espontáneamente, dos o tres por máquina según la disponibilidad. Desde que muchos alumnos, pero no todos, presentan conocimientos previos en el manejo del procesador, es conveniente que quienes no lo poseen se integren naturalmente.

Si la sala de computación está bajo el control de Administradores de Sistema, el docente explicará con claridad los protocolos requeridos en estas circunstancias, así como los fundamentos de las medidas de seguridad adoptadas. Puede invitarse al administrador para que haga una corta introducción al tema.

Cuando todos los alumnos están familiarizados con el manejo de la máquina, se presenta uno de los programas elegidos para la tarea.

Fase de reestructuración

El docente interactúa presentando situaciones contrastantes (contraejemplos) provocando revisión de preconceptos y propone completar un cuadro sobre principios matemáticos que

son pasibles de transformarse en instrucciones del programa, en la búsqueda por reafirmar los conocimientos previos de los alumnos.

Fase de aplicación

Se propone el diseño de programas cortos, llamadas rutinas básicas, donde la noción de función debe ser el andamiaje lógico. Estas rutinas tendrán utilidad futura en la construcción de modelos más complejos. Cada modelo deberá tener un diseño previo y sobre él se conceptualizarán las ideas matemáticas.

Fase de revisión

Los modelos se expondrán por turno (o en común, según sea el caso), defendiéndolos frente a cuestionamientos de costos en memoria y tiempo de ejecución, eficiencia y originalidad.

La presentación de un ejemplo diseñado por la cátedra, donde se observe un modelo con estilo depurado, utilizando al máximo las posibilidades lógico-matemáticas del programa permite a los alumnos extraer conceptos del contexto. La elección del ejemplo debe ser tal que exija conceptualizar las ideas matemáticas para poder desarrollarlo.

Las tres fases anteriores pueden repetirse con cada programa elegido.

Fase de cierre

El taller cierra con una reflexión final conjunta acerca de la propuesta metodológica implementada durante el cuatrimestre.

En este momento se proponen los temas para el trabajo final, que sirve como aprobación de cursada y de final.

OBSERVACIONES PARA LA EVALUACIÓN

Es importante realizar la evaluación desde los siguientes ángulos:

La pertinencia del Taller como síntesis y definición de la formación matemática del alumno obtenida en las dos materias de matemática que cursa en paralelo: Análisis I y Álgebra I.

El proceso individual vivido en el Taller en lo que se refiere a fijación de conceptos básicos.

El proceso grupal vivenciado con el entorno de docentes y alumnos de su misma especialidad.

La producción individual y/o grupal.

Los aportes conceptuales realizados a la construcción de un marco comprensivo de la inteligencia matemática.

Los aspectos organizativos y de precisión en la presentación del trabajo, el que debe ser redactado con un editor de ecuaciones.

Es aconsejable que la materia tenga carácter promocional, desde que un final tradicional, que debe ser tomado con trabajo sobre la máquina, puede desconcentrar a un alumno si surgen imponderables (seguro que ocurrirán). Naturalmente los trabajos deben ser defendidos en forma individual por los alumnos, demostrándose la robustez del programa en tiempo de ejecución.

ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS DEL TALLER

Sistemas operativos en informática

Organización de archivos en un sistema operativo

Instalación de programas y su manejo por parte de usuarios

Programas orientados para usuarios matemáticos. Programas numéricos y programas simbólicos. Instrucciones, sintaxis y secuencias de control. Estilos de programación. Edición de texto en matemática. Editores de ecuaciones.

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DEL DICTADO DEL PRESENTE TALLER EN EL AÑO 2005

En el primer cuatrimestre del año 2005 implementamos por primera vez la propuesta arriba presentada.

Se inscribieron 20 alumnos de los cuales 15 finalizaron la cursada.

Como docente responsable actuó quien esto escribe, y se contó con un ayudante alumno.

Fase de orientación

Los programas elegidos fueron Octave (numérico) y Maxima (simbólico).

Fase de reestructuración

El docente comenzó con un debate sobre números racionales e irracionales, invitando a los alumnos a ejecutar en Octave y en Maxima las instrucciones $2+2$, 2^20 , $17/9$, Pi , $\text{Sqrt}(2)$.

La interpretación general fue que “en Maxima solamente están incorporados los números enteros”. Naturalmente, con la instrucción adecuada, pudieron aproximar $17/9$, Pi y $\text{Sqrt}(2)$ (incluso con la cantidad de dígitos que cada quién deseara).

Este ejercicio suele ser muy ilustrativo para los alumnos, dado que moviliza sus conocimientos previos y preconceptos sobre los números reales.

Fase de aplicación

Se abordó el diseño de rutinas cortas, que involucraran los conceptos de sucesión, conjunto y suma y producto de un número finito de elementos de una sucesión.

Fase de revisión

La presentación de un ejemplo diseñado por la cátedra, donde se observe un modelo con estilo depurado fue el siguiente.

Diseñar un algoritmo que dé el menor entero positivo que se escribe de dos maneras distintas como suma de dos cubos, buscando eficiencia en tiempo.

Fase de cierre

Las reflexiones finales conjuntas más relevantes acerca de la propuesta metodológica implementada durante el cuatrimestre fueron:

- a) La computadora me obligó a revisar conceptos matemáticos que yo creía tener firmes.
- b) Jamás antes había visto escrito un número entero de 90 cifras y pudiera decir que significue algo.
- c) He aprendido más al definir las funciones que al verlas ploteadas.

PROYECCIONES DEL TALLER

Durante este año 2006 seguimos a cargo del dictado del Taller de Computación.

Se han elegido los programas Maxima (simbólico), Isetlw (simbólico) y Euler (numérico).

Los programas Isetlw y Euler, ambos GNU, tienen la particularidad de ser de tamaño pequeño, por lo que pueden portarse fácilmente, y su instalación no requiere permisos de administrador.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aguado, José Luis, *Cálculo de Funciones Generadoras con Software*, IX Encuentro Nacional, I Internacional sobre enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería, 25 al 27 de octubre de 2000. Facultad Regional Concepción del Uruguay. Universidad Tecnológica Nacional. Concepción del Uruguay, Argentina.
- [2] Aguado, José Luis, Rébora, Laura, Velázquez, María, *Calculadora vs. Teoría*, XXVI REM, UMA, Río IV, Córdoba, 2003.
- [3] Dubinsky Ed, Leron Uri, *Learning Abstract Algebra with ISETL*, Springer-Verlag. NY. 1994.
- [4] Euler Home Page, <http://www.rene-grothmann.de/>
- [5] Isetlw Home Page, <http://isetlw.muc.edu/isetlw>
- [6] Maxima Home Page, <http://www.ma.utexas.edu/maxima/>
- [7] Wilf, Herbert S., Zeilberger, Doron, *Towards computerized proofs of identities*, Amer. Math. Soc. 23. (1990) 77-93.