

## MATEMÁTICA, INFORMÁTICA Y LA 'RENEGOCIACIÓN' DE NORMAS PREEXISTENTES

Bonacina M.; Haidar A.; Quiroga M.; Sorribas E.; Teti C. Paván G.  
UNR. Argentina  
mbacuario@yahoo.com.ar

### Resumen

El deseo de dar respuestas a interrogantes tales como ¿Qué tipo de conocimientos requiere una sociedad en constante transformación?; ¿qué capacidades o estrategias debemos promover para favorecer la formación de individuos social, cultural e intelectualmente plenos, comprometidos con su entorno?. ¿Será posible contemplar en las planificaciones pedagógicas la secuencia evolutiva natural de la vida (ambiente-enseñanzas-memorias-comportamiento individual-comportamiento social-enseñanzas-ambiente), los tiempos biológicos requeridos para consolidar, almacenar y dar funcionalidad a la información adquirida?; ¿imponerse a la aceleración (o inercia) de los tiempos administrativos? nos lleva a reflexionar sobre la propia práctica, considerar el rediseño de la misma, a proponernos finalmente un plan de trabajo cuya estructuración contemple tanto cuestiones atinentes a la propia disciplina como, y especialmente, a todas aquellas otras que tuvieran que ver con una positiva integración Sociedad, Ciencia y Tecnología, S/C/T. En una primer etapa procedimos a investigar, caracterizar y explicitar una serie de normas 'sociomatemáticas' que llamamos preexistentes y que a nuestro juicio serían inhibitoras del aprendizaje y relativas al contexto sociocultural en el que nos movemos. Por contraposición establecimos normas a renegociar con nuestros estudiantes, las que llamamos "emergentes". Concretada la primer etapa del plan (sistema de interpretación, diseño de instrumentos para la intervención pedagógica) generamos experiencias participativas con la presencia de estudiantes y docentes a los fines de implementar los instrumentos diseñados, *observar y evaluar* la calidad de los mismos, el sistema de interpretación en sí. El presente trabajo trata de algunos resultados y conclusiones obtenidas en esta segunda etapa del plan.

### Introducción

Creemos que la educación tal cual se materializa hoy en el nivel educativo superior no apunta a un ser creativo y pensante, que más bien apunta a hombres y mujeres conformistas, promueve comportamientos masivos a través de instalar en la sociedad 'patrones de respuesta', propiciar la despersonalización, disminuir el ejercicio de la autocrítica y así, la capacidad de elaborar respuestas propias; que esto es el resultado de políticas educativas que no contemplan en forma integrada la diversidad de factores que inciden sobre el acto educativo; entre ellos, el impacto que sobre el medio y la sociedad toda tiene una Ciencia y Tecnología cada vez menos comprometida con ambos. La historia muestra como el *modelo de sociedad* imperante en cada etapa ha tenido un particular *modelo educativo* asociado. De allí que concluimos que el *éxito* de la transformación pretendida está muy ligado a las concepciones dominantes en el contexto sociocultural que nos rodea; que para cambiar es sobre estas concepciones que debemos actuar. Según los neo-piagetianos Anne-Nelly Perret Clermot y Michel Nicolet, (cit. en D. Laino, 1997) "el contexto social y cultural afecta el desarrollo de las tareas y su resolución"; "los esquemas intelectuales de los sujetos se constituyen en interacciones con personas, objetos y situaciones caracterizados libidinalmente en su mundo cotidiano: en esas vinculaciones intersubjetivas se vehiculizan creencias compartidas, como componentes no racionales, que inciden en los procesos cognoscentes". *¿Cual sería hoy el modelo educativo mayoritariamente imperante?* A este respecto entendemos que la acepción que una sociedad adopta para sí del término 'inteligencia' resulta determinante del modelo educativo que finalmente impone y que en tal sentido estaríamos hoy ante una

interpretación absolutamente *pragmática* del mismo: inteligencia como capacidad de adaptación, referida a la capacidad del sujeto de adoptar las conductas impuestas por el sistema, es decir: inteligencia como 'sublimación del ordenador'. Intuimos así que la dimensión del cambio pretendido no puede hacerse desde una sola disciplina y nos planteamos: ¿será posible contemplar en las planificaciones pedagógicas la secuencia evolutiva natural de la vida (ambiente-enseñanzas-memorias-comportamiento individual-comportamiento social-enseñanzas-ambiente), los tiempos biológicos requeridos para consolidar, almacenar y dar funcionalidad a la información adquirida? ¿imponerse a la aceleración (o inercia) de los tiempos administrativos?. Estas interrogantes nos llevan a reflexionar sobre la propia práctica, considerar el rediseño de la misma, a proponernos finalmente un plan de trabajo cuya estructuración contemplara tanto cuestiones atinentes a la propia disciplina como, y especialmente, todas aquellas otras que tuvieran que ver con una positiva integración S/C/T (Sociedad, Ciencia y Tecnología). Cobb y Yackel (cit. Hershkowitz y Schwarz, 1996) dicen que así como la sociedad responde a normas de conducta que genera como subproducto de las interrelaciones que se dan hacia el seno de la misma; el aula, como una sociedad a escala, también genera y responde a normas sociales en cuya renegociación los estudiantes resultan factores claves. En particular se refieren a la renegociación de las que ellos llaman 'normas sociomatemáticas'; o sea, de normas que caracterizan como propias de la comunidad matemática. Desde esta perspectiva estimamos que es posible 'enseñar' -si nos proponemos esto- desde un lugar muy distinto del tradicional; que tendremos más y mejores oportunidades a partir de una revisión y redefinición crítica de roles y funciones al interior del sistema educativo; de aceptar que no basta con que el discurso sea comprendido (el saber qué), que el mismo debe contribuir al saber cómo, al conocimiento procedural; que es sobre esta cuestión sobre la que debemos afinar el análisis, prestando atención al valor de los argumentos esgrimidos, particularmente, que estos sean de valor para el estudiante a más de serlo para nosotros. Creemos que el discurso finalmente ejercerá su efecto a condición que sea reconocido.

**Propuesta de un marco interpretativo.** En un trabajo previo (Bonacina y otros, 2003) procedimos a explicitar una serie de normas (que llamamos preexistentes), a nuestro juicio inhibitoras del aprendizaje y relativas al contexto sociocultural en el que nos movemos. Por contraposición establecimos normas a renegociar con nuestros estudiantes, las que llamamos 'emergentes'. Obtuvimos así el 'sistema de interpretación', 'las coordenadas de inteligibilidad' necesarias a los efectos de proceder al rediseño de nuestra práctica, a interpretar los resultados de la confrontación 'teoría-empiría' en el ámbito de la clase, a la evaluación de las nuevas tecnologías de información y cálculo como herramientas de apoyo para la gestión pedagógica. La incorporación de la herramienta tecnológica no siempre ha estado precedida del análisis y modificación de criterios que tal hecho amerita; que ha quedado instalada la necesidad de estar al día con las nuevas tecnologías, de hacer un análisis crítico de su modo de empleo, de revisar los contenidos curriculares a la luz de las conclusiones obtenidas; o sea, y desde otra óptica, de rediseñar actividades.

A continuación proponemos algunas de las normas detectadas, a modo de ejemplo y a los fines de clarificar ideas. Esta base no es estática sino 'viva', a medida que comprobemos la inexactitud de alguna de las normas allí propuestas la reformulamos o quitamos, según corresponda. Concretada la primer etapa del plan (sistema de interpretación, diseño de instrumentos para la intervención pedagógica) generamos experiencias participativas con la presencia de estudiantes y docentes a los fines de implementar los instrumentos diseñados,

observar y evaluar la calidad de los mismos, el sistema de interpretación en sí. Este trabajo trata de algunos resultados y conclusiones obtenidas en esta segunda etapa del plan.

<p><b>Normas Preexistentes</b></p> <p><b>1.-</b> Registro y apropiación de la información sin el conveniente <i>procesamiento</i> de la misma.</p> <p><b>2.-</b> Sólo hay dos opciones posibles ante un problema: ‘reconocer’ o ‘abandonar’.</p> <p><b>3.-</b> La PC: resolutor infalible de cualquier tipo de problema. (lo que informa es evidencia de una verdad oculta e inaccesible para nosotros).</p> <p><b>4.-</b> Evidencia gráfica y argumentación dialéctica no son ‘legítimas’, ni siquiera ‘atendibles’.</p> <p><b>5.-</b> la vaguedad en el lenguaje no resiente la comunicación ni el crecimiento intelectual.</p>	<p><b>Normas Emergentes</b></p> <p><b>1.-</b> Asimilación crítica del conocimiento a través de someter al mismo a un necesario proceso de ‘acomodación’</p> <p><b>2.-</b> Reconocer la existencia de una multiplicidad de recursos para resolver problemas, la existencia de caminos alternativos, incluso ‘no formales’.</p> <p><b>3.-</b> La PC: auxiliar importante en la resolución de problemas, facilitadora de manipulaciones algebraicas y gráficas, simulaciones, verificacs...</p> <p><b>4.-</b> Pensar heurísticamente, graficar, son formas válidas de explorar, refutar, inducir resultados.</p> <p><b>5.-</b> la precisión en el lenguaje es imprescindible no sólo para entendernos sino también para aprender.</p>
---	--

**Descripción de la propuesta.** El eje de la propuesta está soportado en la creencia que las normas ‘sociomatemáticas’ detectadas, en el caso de ser inhibitorias del aprendizaje, pueden ser exitosamente renegociadas a través de:

- Actividades convenientemente organizadas en torno a la resolución de problemas, al aprendizaje por descubrimiento (desde el guiado al autónomo).
- Uso de software amigables, que permitan una vinculación dinámica y ágil entre las representaciones (algebraicas, gráficas, numéricas-tablas) así como un simple accionar hacia el interior de las mismas.
- Problemas o ejercicios que necesariamente lleven a reflexionar tanto sobre *las propias acciones como sobre la de los otros*; que requieran de la intuición, la exploración previa, promuevan la interacción alumno-alumno, alumno-docente y alumno-recurso informático; que permitan al docente rescatar para el estudiante la importancia de atender al proceso, detectar ‘esquemas de resolución’, cuidar el lenguaje, ejercitarlo, etc.

Al respecto leemos, “*todas las didácticas que apuntan a la construcción de un aprendizaje significativo señalan la importancia del trabajo pedagógico con las concepciones previas de los alumnos; concepciones provenientes generalmente del conocimiento vulgar y que pueden resultar en obstáculos pedagógicos. La tarea de confrontación necesaria para la deconstrucción de hipótesis o teorías (‘normas’) erróneas requiere de un trabajo metacognitivo que obliga al sujeto que aprende a confrontar sus conocimientos y habilidades con los nuevos problemas que se le presentan.*” (Aebli, Colussi, Sanjurjo, 1995) Así, el ‘concepto estructurante’ del plan de trabajo propuesto es el concepto de metacognición, entendiendo por concepto estructurante “un concepto que puede considerarse un instrumento, una nueva clave para la comprensión de los complejos procesos de aprendizaje y enseñanza”. (Sanjurjo, en Aebli, Colussi, Sanjurjo, 1995) La experiencia fue llevada a cabo con alumnos de primer año de la UNR, de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (Grupo 1) y de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (Grupo 2) Se provee a los alumnos de protocolos de trabajo y disquete con archivos con consignas de trabajo. Los protocolos constan de actividades que requieren de un software matemático y están diseñadas de tal modo que el contenido

matemático es siempre el aspecto principal de la secuencia. Para cuidar esto las actividades requieren tanto del software como del lápiz y papel. El software elegido fue el Derive por considerarlo amigable por la facilidad de sus comandos; porque la forma de escritura y los símbolos son similares a los usados con lápiz y papel, lo cual facilita la comunicación con el ordenador.

Metodología de trabajo: Las actividades se implementaron en ambas Facultades en paralelo al cursado de la asignatura Matemática. Se proponen en forma *extracurricular* y *optativa*, según una metodología que llamamos de "*Aula Taller*", equiparables a las de los laboratorios de Química y Física. El alumno debe desarrollar las actividades propuestas en el protocolo y, al finalizar las mismas, entregar el reporte correspondiente. Las actividades se planificaron para desarrollar en 12 horas. El plan de trabajo comprende cuatro fases:

**Fase 1:** Trabajo en el Aula Taller (sesiones de 2 hs. cada una). Los estudiantes trabajan cada uno en una PC, con la supervisión o guía de docentes. Los docentes cumplen el rol de observador-participante: toman notas de clase; preguntan, orientan y originan debates.

**Fase 2:** Corrección de reportes, evaluación de registros y datos colectados en la fase 1.

**Fase 3:** Discusión grupal de los reportes, docentes y estudiantes. (Instancia no concretada)

**Fase 4:** Evaluaciones individuales, entrevistas personales. (Instancia no concretada)

Observaciones generales relativas al diseño y desarrollo de los protocolos. Optamos por la resolución de problemas como metodología conveniente a los objetivos propuestos ya que esta actividad requiere de la capacidad de:

- establecer variables relevantes, interrelación entre ellas (ejercita la 'comprensión').
- organizar datos y evaluar información para la toma de decisiones con el uso de un método.

Nuestra experiencia indica (norma 2) que los estudiantes entienden como "problema" una estructura canónica es decir, un texto breve en el que no faltan ni sobran datos, cuya secuencia lógica y organización responde a algoritmos y fórmulas conocidas y que tiene *solución única*. Esta concepción no se corresponde con la acepción que nosotros damos a esta palabra (problema = situación a resolver que plantea un obstáculo o desafío que moviliza ideas y pensamientos para su resolución.), está ligada a la norma 1 y constituye por lo tanto una norma a 'renegociar' con nuestros estudiantes. Una forma de concretar este objetivo es lograr que el estudiante *vivencie* los beneficios de 'resolver un problema', de descubrir la estructura básica que muchas veces subyace detrás de ellos, que existen *esquemas generales de resolución* cuya *captura* facilita la resolución de problemas ya que muchas veces para llevar a cabo la misma basta con activar uno de estos esquema apprehendidos. El fin en este tipo de metodología no es sólo que los alumnos 'resuelvan problemas' sino también el desarrollar lo que Flavell llama el 'conocimiento metacognitivo acerca de las estrategias'. Por otro lado la resolución de problemas con el auxilio de la PC permite plantear una actividad distinta a la tradicional ya que posibilita una "matemática experimental", un paradigma en que los alumnos interactúan con hechos y conceptos y en el que la teoría ordena; permite proponer trabajos tales como resoluciones basadas en procesos de prueba y error, de simulación, gráficos, en suma procesos heurísticos antes que los algorítmicos a los que estamos acostumbrados. La computadora ofrecía posibilidades que la hacían aparecer como un buen auxiliar didáctico. Estimamos que su uso permitiría alivianar el trabajo de rutina y centrar la atención en las capacidades que queríamos

desarrollar. Lamentablemente las expectativas nuestras y la de los estudiantes no tuvieron nada en común. En nuestra experiencia, los alumnos llegaron al taller ‘creyendo’ que sus falencias de conocimientos serían ‘suplidas’ por la computadora, es decir convencidos que el aprender a manejar un software matemático les iba a permitir resolver cualquier ‘cuestión matemática’ que se les presentara; considerando la PC como una caja mágica que, con sólo manipular adecuados comandos proporciona la SOLUCION. “El software matemático nos reemplaza, realiza el trabajo intelectual necesario para la resolución del problema” (norma 3). Aparece así otra norma a renegociar, cuestión que pensamos resolver a través de crear un conflicto entre sus creencias y la realidad. A tal efecto, propusimos un problema cuya resolución estuviera esencialmente basada en un simple análisis gráfico. El problema propuesto fue:

“ En un trabajo se ofrece el pago de jornal según las horas trabajadas por semana. Para el

puesto A se ofrece 15 \$ / h por las primeras 20 horas y 5 \$ / h por adicional; para el B se

ofrece 15 \$ / h por las primeras 10 horas y 10 \$ / h por adicional. ¿Qué trabajo tratarías de

obtener ? ; ¿pedirías más información acerca de los puestos A y B?, ¿porqué?. ”

La forma más simple de resolver este problema es hallar las *dos funciones* que comprende, graficar ambas en un mismo sistema y concluir a partir del gráfico (después de pedir más datos acerca de cada puesto, por ejemplo, si existe un mínimo garantido de horas de trabajo). Las funciones a hallar son funciones ‘seccionalmente definidas’; o sea, funciones que en los hechos aparecen cada vez que se necesita describir situaciones sujetas a distintas restricciones en intervalos distintos. Aquí el alumno, a más de reconocer que las incógnitas eran funciones, debía reconocer el tipo particular de funciones de que se trataba. Cabe aclarar que en ejercicios anteriores se habían propuesto leyes y gráficos de funciones de este tipo, de manera que en esta instancia debían tener todavía presente el concepto que el problema requería, la sentencia a usar para graficar la función con la PC: *If (condición, 1er. arg., 2do arg.)* (la cual requiere reconocer y expresar de forma lógica las distintas restricciones que caracterizan la función, el intervalo de validez de  $c/u$ ). De manera que podría pensarse que tenían todos los elementos para resolver el problema; que, en principio, sólo debían reconocer que las funciones involucradas eran funciones seccionalmente definidas, hallar luego la forma de usar las mismas para concluir.

- *Primer problema:* No reconocen que el concepto que relaciona datos e incógnitas es el concepto de función. (menos el de función seccionalmente definida)
- *Segundo problema:* inducidos por el docente reconocen la conveniencia de proponer una función pero, ¡no pueden encontrar. (¿?) la ley de la misma!: “¡ no existe ningún comando que me de la ley!” (un alumno). (la PC como caja mágica que produce funciones con sólo apretar teclas).
- *Tercer problema:* sugerido directamente por el docente que grafiquen las funciones no encuentran luego la forma de utilizar los gráficos, porque: “los gráficos no son precisos” (varios alumnos)

*Fabiola- No se cómo resolver el problema.*

Docente- ¿Qué te parece si graficas las funciones encontradas?.

*Fabiola- Pero un gráfico no es “preciso” como para leer de él la solución!*

Docente- el gráfico realizado con la computadora no es “un bosquejo dudoso” como el realizado en un cuaderno. El recurso informático te permite obtener información más confiable. Además te permite apreciar aspectos globales, comportamientos tendenciales, que es lo que en realidad necesitas aquí.

Otra norma a renegociar, la ‘vaguedad en el lenguaje’ (norma 5) se aprecia no solo en la comunicación oral sino, y particularmente, en la escrita, en todas sus instancias: desde la no *formulación* en forma clara y explícita en la hoja de trabajo del ejercicio o problema a resolver, los datos, las incógnitas; seguido por la falta de *organización, coherencia* con que presentan los reportes de actividades, hasta llegar a que rara vez (si un problema lo amerita) *dan la respuesta en forma de oración* (generalmente recuadran o subrayan el resultado numérico allí donde terminan de hacer las cuentas). Este hecho puede obedecer a cuestiones de orden tanto general como propias de la matemática. Así, en los últimos años es evidente la producción de una especie de ‘reduccionismo en el lenguaje’, el cual puede caracterizarse como un fenómeno de orden sociocultural; por otro lado, también observamos que entre los estudiantes existe una creencia, la de que *todo lo que se escribe en la clase de matemática* debe estar en *lenguaje matemático* (Gómez, 1995). La primera cuestión, es obvio que escapa de las manos del docente de matemática; pero, ¿qué pasa con la segunda?: a nuestro entender la misma estaría dando cuenta de una ‘norma socio matemática’. Creemos que es una norma que puede ser renegociada por el docente, en la clase de matemática, por estar involucrados con ella. Efectivamente, mientras explicamos un tema generalmente escribimos en el pizarrón *sólo las expresiones matemáticas*, lo cual y hasta aquí, no es bueno ni malo. ¿Donde radica el problema?: en que el estudiante, cuando toma apuntes, *escribe solo eso*, lo que encuentra en el pizarrón. Luego, cuando estudia o repasa sus apuntes se encuentra con: un *listado de fórmulas*. Desde esta perspectiva ya no resulta tan sorprendente que ésta sea la forma que él finalmente adopta para informar; o sea, no solo reproduce los conceptos, sino también la *forma textual en que los registra*. En el caso de la matemática esta cuestión no es solo una cuestión de forma, o de ‘elegancia de la forma’, sino que es una cuestión atinente al proceso de resolución en sí, hace a la facilidad o dificultad de llevarlo a cabo, tener éxito. Todas estas consideraciones, unidas al hecho de que en la ‘hoja electrónica’ la posibilidad de equivocarse, de perder la perspectiva global del trabajo aumenta considerablemente, determinan la necesidad de dedicar tiempo y espacio a esta cuestión, a insistir en ella. La ansiedad por ‘avanzar’, en el uso del software, sería determinante también en cuanto a no prestar atención a las consignas, no detenerse a interpretar (analizar, verificar, cuestionar) resultados. Esto también tiene que ver con normas sociales de carácter general: la ‘rapidez’ es hoy un factor sobrevaluado por la sociedad. Así, un grupo importante de alumnos, introducen mal una función, la grafican, obtienen otra cosa y continúan con el ejercicio siguiente sin detenerse un instante. La función era  $f(x) = 2x - 4$ ; el software requiere que se introduzca como  $f(x) := 4x - 2$ ; ellos no ponen *los dos puntos*, así al dar el enter, en pantalla queda  $f \cdot x = 4x - 2$ . El software grafica esta expresión como la hipérbola  $f = 4x - 2 / x$ ; con las asíntotas perfectamente visibles en la pantalla en la que están trabajando en ese momento. Sin embargo muchos alumnos no se percatan siquiera que el gráfico de pantalla no era el que corresponde a la ley dada.

**Conclusiones.** Todo lo visto nos lleva a pensar que el renegociar las normas preexistentes requiere de una metodología adecuada y ‘algo más’, que existen otros ingredientes no considerados en el análisis previo, que estos tendrían mucho que ver con el valor que ellos dan a las ‘nuevas’ normas o con cual es el valor que las subsume. A este respecto pensamos que en el caso de la PC tal valor podría ser el de la ‘rapidez en el avance en el conocimiento del software’. Si esto fuera así, queda claro porqué las estrategias no funcionan: nosotros queremos enseñar matemática con el auxilio del software, ellos, aprender un software para no tener que aprender matemática. Docentes y alumnos no estamos en sintonía. Otra cuestión pudiera ser que les estuviéramos dando un mensaje oral y otro procedual. Así concluimos que se abre un nuevo camino de investigación: el de reflexionar acerca de los procesos didácticos que generamos o consolidamos (como el listado de fórmulas); es decir “buscar la coherencia entre el saber enseñado y el saber actuado”.

### **Bibliografía**

- Laino, D.(1995), Creencias y procesos de conocimiento de Piaget a Bourdieu -Leonardo Da Vinci.. *Publicación de divulgación científica de la Facultad de Ciencias Sociales- UNLZ- Bs. As.* (p:4-10)
- Hershkowitz R. & Schwarz B., (Julio, 1996) . *The technology and the development of sociomathematical norms in classroom.* WG - ICME 8 , Sevilla , España
- Bonacina y otros (Mayo- 2003) - Matemática, Informática y el desarrollo de Normas Sociomatemáticas - *V SEM, Simposio de Educación Matemática- Chivilcoy; Bs.As.*
- Aebli, H. y otros (1995). *Fundamentos Psicológicos de una Didáctica Operativa* . Rosario, Argentina: Homo sapiens Ediciones.
- Flavell, John, (1993) *El desarrollo cognitivo.* Madrid: Visor.
- Gómez P. (1995). *Profesor: no entiendo.* México: Grupo Editorial Iberoamericano.
- Litwin, E (1993). Las configuraciones didácticas en la enseñanza universitaria. *Revista Nro 3 del IICE-UBA- Miño y Dácil.* Bs. Aires