

## UNA EXPERIENCIA BASADA EN EL ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN EN UNA MATERIA DE MATEMÁTICA UNIVERSITARIA

Paula Gabriela Suarez; Tatiana Inés Gibelli  
Universidad Nacional de Río Negro.

[psuarez@unrn.edu.ar](mailto:psuarez@unrn.edu.ar)

### Resumen

Durante la planificación de una materia del área de matemática, incorporada como adecuación del plan de estudios en el cuarto año de la Licenciatura en Sistemas de la UNRN, se busca un criterio de selección de los contenidos, de determinación de la profundidad de su tratamiento y de metodología de trabajo en el aula. El marco de la Enseñanza para la Comprensión (EpC) brinda una alternativa para abordar esta situación. El objetivo de este trabajo es presentar el diseño e implementación de una propuesta pedagógica realizada desde este enfoque. Luego de la introducción, donde se menciona la problemática que dio origen a la propuesta, se presenta el marco teórico sobre el cual se fundamenta. A continuación se detallan características del diseño de la misma. Finalmente, se comentan los resultados de su implementación en 2015, basadas en opiniones de los alumnos, junto a algunas conclusiones respecto a la utilización del marco teórico propuesto.

**Palabras clave:** Enseñanza universitaria, Enseñanza para la Comprensión, Matemática, Propuesta pedagógica.

### Summary

During the curricular design planning of a subject area of mathematics, which was incorporated as an adjustment of the curriculum in the fourth year of the Bachelor in Systems Degree at UNRN, we searched for a content selection criterion and also for a criterion to determine the depth of content treatment and classroom work methodology. The framework of *Teaching for Understanding* provided an alternative to address this situation. The aim of this paper is to present the pedagogical proposal design and implementation which stemmed from the mentioned approach. After the introduction, where the problems that gave birth to the proposal are presented, the theoretical framework on which it is based is stated. Next, design features are described. Finally, the results of the proposal implementation in 2015 are discussed, based on the opinions of students, along with some conclusions regarding the use of the proposed theoretical framework.

**Keywords:** University education, Teaching for Understanding, Mathematics, Pedagogical proposal.

### 1. Introducción

En el marco de la acreditación de la carrera Licenciatura en Sistemas de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) por parte de la CONEAU se presentó un plan de mejoras donde se incluía el incremento de carga horaria y contenidos en el área de matemática, a través de una nueva materia denominada Matemática IV. Esta materia se incorpora al cuarto año del plan de estudios, es cuatrimestral, con 96 hs. cátedra y consta de cuatro unidades temáticas: Teoría de Números y aritmética modular,

Complementos de álgebra lineal, Estadística complementaria y Complementos de análisis matemático.

Durante la planificación del programa de esta materia se identificaron dos cuestiones a atender: por un lado cómo abordar temas como divisibilidad de enteros con estudiantes de 4to año, quienes ya habían utilizado los conceptos más elementales en otras materias previas y se mostraban muy renuentes a estudiarlo; por otro lado, la extensión de los contenidos que figuran en el programa resultan excesivos respecto a la carga horaria. Las preguntas que surgieron entonces fueron ¿cómo dar dichos contenidos? ¿Con qué profundidad debían tratarse?

El intento por responder a estos interrogantes derivó en un camino de búsqueda que nos condujo a observar que en las últimas décadas, el concepto de información ha ido mutando como consecuencia de la evolución tecnológica y que, por ello, resulta válido insistir en la importancia de actualizar y diferenciar los conceptos de *información* como aquello que constituye la materia prima del conocimiento y el *saber* como el bien cultural que regula las relaciones entre la información y el conocimiento (Rodríguez, 2012, p. 112). De este modo, el boom informático vivido en los últimos años repercutió directamente en nuestra visión acerca de los objetivos de la enseñanza y se comenzó a hablar de la necesidad de enseñar a *gestionar el conocimiento*. A raíz de estos cambios, los contenidos que componen el currículo comenzaron a formar parte de la agenda en el debate actual de la educación: “Cada vez es más complicado saber qué es lo que hay que saber en una materia, conocer que es lo que lo que hay que conocer, por lo que la selección de contenidos que constituye el currículo de las diferentes materias, e incluso la misma selección de esas materias, está sujeta a crecientes incertidumbres. Aunque cada uno de nosotros en cada una de nuestras materias, presentemos los contenidos como saberes imprescindibles en la formación de nuestros alumnos, cada vez resulta más difícil encontrar criterios que justifiquen esas decisiones” (Monereo y Pozo, 2003, p. 2).

En este sentido, el marco pedagógico de la Enseñanza para la Comprensión (EpC) se consideró adecuado para atender a las problemáticas mencionadas, pues “La selección de los tópicos generativos pone sobre la mesa el problema de la selección de contenidos y la nunca del todo saldada tensión entre alcance y profundidad” (Pogré, 2001, p. 11). En este encuadre se considera que los conocimientos constituyen una red, la cual va reconfigurándose permanentemente a partir de la adquisición de nuevos aprendizajes logrados a través de aplicar y enfrentar los objetos de conocimiento en nuevas situaciones.

A partir de estas observaciones se planificó el dictado de la primera unidad de la materia teniendo en cuenta las pautas para el diseño de una propuesta pedagógica dentro del marco de EpC. El objetivo de este trabajo es presentar la propuesta diseñada, detallando, además de lo referente al marco teórico, las características de su implementación durante el primer cuatrimestre del 2015 y las opiniones de la misma por parte de los alumnos. Finalmente se expone una reflexión acerca de la conveniencia de adoptar este enfoque pedagógico para el dictado de esta materia.

## 2. Marco teórico

El siglo XX comienza con una concepción de la inteligencia en la cual estaban sobrevaluadas la memoria a corto plazo y la inteligencia era algo susceptible de ser cuantificado por test de capacidad intelectual, sin embargo, a lo largo del siglo, dicha concepción fue modificándose hasta llegar a admitir la visión de la existencia de varias inteligencias, donde cada individuo puede enfrentarse a un contexto y resolver

problemas de múltiples maneras distintas. Esto ha traído aparejados cambios que han modificado radicalmente los paradigmas vigentes en algunas áreas del pensamiento humano, entre ellas la Educación. Casi simultáneamente al advenimiento de la visión de una inteligencia múltiple, varios investigadores de la escuela de posgrado de la Universidad de Harvard, comenzaron a analizar los resultados de distintas propuestas pedagógicas tendientes a mejorar la enseñanza, conformando así el Proyecto Cero en la década del '90.

En ese contexto, surge la Enseñanza para la Comprensión (EpC), la cual consiste en una propuesta metodológica basada en un enfoque constructivista que persigue como fin educativo la formación de sujetos capaces de pensar por sí mismos y en consecuencia, actuar con criterio propio, sujetos que sean capaces de apropiarse de los contenidos vistos de manera tal de convertirlos en un acervo de herramientas cognitivas que les permitan entender su entorno y les sirvan ulteriormente para resolver situaciones problemáticas. Estas habilidades son denominadas dentro de este marco teórico como *desempeño flexible*, donde la comprensión sobre un tópico no es algo a conseguir, sino más bien algo que se puede mejorar y enriquecer en forma permanente. No se apunta a construir una representación mental del tópico, sino a desarrollar la capacidad de trabajar con él.

La EpC tiene por lema: “poner la comprensión ante todo”, entendiendo por comprensión la capacidad de “poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento respecto a un tema; por ejemplo, explicarlo, encontrar evidencia y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representarlo de una manera nueva” (Perkins y Blythe, 2005). Estos autores subrayan algunos conceptos claves que constituyen el marco de la EpC:

- Los hilos conductores: preguntas que dirigen el proceso educativo hacia un fin.
- Los tópicos generativos: temas (preguntas) centrales para la disciplina, motivadores y con potencial de generar otras preguntas e inquietudes al ser estudiados.
- Las metas de comprensión: pautas explícitas y públicas, a veces consensuadas, de lo que se espera que los alumnos comprendan. Son una guía al realizar las tareas.
- Los desempeños de comprensión: producciones que aparecen a lo largo de todo el proceso y que con su realización se espera que los alumnos desarrollen comprensión
- La evaluación diagnóstica continua: feedback permanente que permite a los estudiantes avanzar en su tarea, advirtiendo sus fortalezas y debilidades.

Pogré (2001) identifica estos conceptos al plantearlos como las respuestas a ciertas preguntas. De la pregunta ¿Qué es lo que realmente quiero que mis estudiantes comprendan? se desprenden los hilos conductores, los tópicos generativos y las metas de comprensión. De los interrogantes ¿Cómo sé que los alumnos comprenden? y ¿Cómo saben ellos que comprenden? surgen los desempeños de comprensión y la evaluación diagnóstica continua.

De esta forma, el docente que planifica su materia dentro del marco de EpC contaría con una propuesta metodológica que le posibilitaría formarse de un criterio sólido y coherente para la selección de los contenidos curriculares y la profundidad y complejidad con la que los mismos serán abordados a lo largo del curso.

En ese sentido, el marco de EpC ofrecería a la comunidad educativa una alternativa didáctica apropiada para el abordaje de los nuevos retos educativos, en particular, los relativos a la enseñanza universitaria: “En la mayor parte de las disciplinas hay más conocimientos relevantes de los que razonablemente pueden enseñarse. Por tanto, es

necesario reflexionar y discutir, profundamente sobre los criterios de selección de las materias y los contenidos que componen el currículo. Pero, frente a esta necesidad, la tradición universitaria tiende a dejar en manos de cada docente la selección de esos contenidos, mediante criterios personales y profesionales, que suelen resultar opacos para sus alumnos” (Monereo y Pozo, 2003, p. 4).

### **3. Propuesta pedagógica**

La propuesta se diseñó para la materia Matemática IV de la carrera de Licenciatura en Sistemas de UNRN. El objetivo pedagógico de la propuesta fue trabajar los contenidos de la primera unidad del programa de la materia matemática 4 correspondiente a “Teoría de Números y Aritmética Modular” de manera tal que los mismos resulten interesantes para los estudiantes. El objetivo de la investigación que se lleva adelante en torno a esta propuesta fue determinar en qué medida el marco de EpC resulta apropiado para abordar estos contenidos.

Para el diseño de la propuesta didáctica se consideraron:

- 1) Hilos conductores: ¿En qué consiste el método de encriptación RSA? ¿Cómo funciona?
- 2) Tópicos generativos: los mismos contenidos, poniendo especial énfasis en: divisibilidad de enteros, algoritmo de la división entera, números primos, teorema fundamental de la aritmética, algoritmo de Euclides, números coprimos.
- 3) Metas de comprensión: la primera meta fue la apropiación de conceptos como factorización, números coprimos, representación en sistemas de numeración, congruencia etc.; la segunda meta fue la adquisición de nociones de construcciones algebraicas obtenidas al aplicar la relación de equivalencia módulo  $m$  sobre el conjunto de números enteros junto con la capacidad de operar en los conjuntos cocientes obtenidos; y la tercera meta fue la determinación de las relaciones existentes entre los contenidos y procedimientos vistos y el método de encriptación RSA.
- 4) Evaluación: Se realizaron trabajos prácticos de ejercitación orientados bajo la luz del hilo conductor. Finalmente, para la acreditación de la unidad podían optar por rendir mediante un Parcial escrito y/o con Entrega de un Trabajo Práctico de aplicación. Este último se planificó como una actividad evaluativa de los desempeños de comprensión y la consigna fue: encriptar y desencriptar un mensaje breve, dando cuenta de los conocimientos adquiridos a lo largo de la unidad, a partir de la aplicación de los mismos a un problema concreto de cifrado. El trabajo se presentó con una semana de anticipación y durante su desarrollo los alumnos podían evacuar dudas como parte de la evaluación diagnóstica continua. Los trabajos se presentaron por escrito junto con una defensa oral de los mismos. Se evaluaron teniendo en cuenta el grado de logro en cada uno de los siguientes criterios: claridad en el planteo del problema, correcta elección de  $p$  y  $q$ , presentación del uso del software, uso correcto de algoritmos, vocabulario específico y relaciones establecidas con los temas vistos.

### **4. Resultados**

A fin de determinar en qué medida el marco de EpC resulta apropiado para abordar estos contenidos se tuvieron en cuenta las opiniones de los alumnos respecto a la actividad. Para ello, se realizó una encuesta al finalizar la misma, de carácter anónimo, que incluyó preguntas abiertas y otras de selección de opciones. Se obtuvieron 8 encuestas respondidas (el total de los alumnos del curso). En las preguntas de selección de opciones se solicitaba valorar distintos aspectos de la propuesta en escala Likert de 5

puntos: 1- Nulo, 2-Muy poco, 3-Poco, 4-Bastante, 5-Mucho. Los resultados obtenidos pueden observarse en la Figura 1.

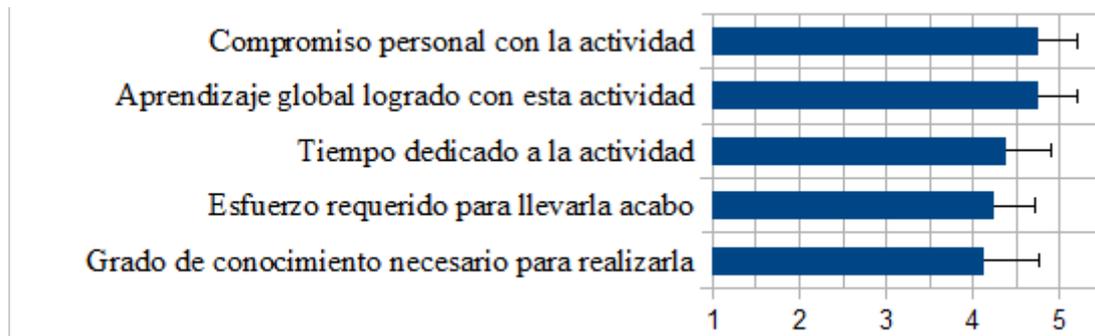


Figura 1: Valoración de la actividad (media y desvío estándar)

En este gráfico se observa que en todos los aspectos la valoración media fue superior a 4 (Bastante). Además la dispersión es baja (desvío inferior a 0,7 en todos los casos) por lo que puede decirse que la opinión general es similar. Podemos concluir entonces que los alumnos consideran que la actividad les requirió bastante esfuerzo, tiempo, conocimientos y compromiso con la actividad. Asimismo reconocen que el aprendizaje global logrado a partir del desarrollo de la actividad fue alto (media de 4,75 pts.).

Para complementar el análisis se transcriben a continuación algunos de los comentarios vertidos por los estudiantes en las preguntas abiertas de la encuesta.

Con respecto a su opinión sobre la actividad, se destaca el siguiente comentario: *“Me facilitó (la actividad) muchísimo la comprensión del tema, ya que si no me hubiera “sentado” a tratar de desglosar los conceptos para realizar el trabajo, sinceramente me habrían quedado ideas vagas de los temas (si es que me quedaba alguna =P)”*

En cuanto a la pregunta *¿Pudiste relacionar los conceptos vistos? ¿Te facilitó el aprendizaje de los mismos?*, las principales respuestas obtenidas fueron: *“La actividad me permitió no solo conectar conceptos vistos en la materia, sino que me incentivó a buscar más información sobre el tema (diferentes algoritmos, información sobre fiabilidad, implementación) con lo cual me ayudó a adquirir más conocimientos que los vistos en clase.”* *“Creo que no hubiera podido concluir con la actividad de no haber podido relacionar los conceptos. De hecho, fue parte del desafío: ... me encontraba preguntándome qué elementos matemáticos aseguraban lo que yo estaba aplicando, como así también me inquietaba por saber cómo participaban otros conceptos en mi desarrollo. La actividad derivó en un trabajo de investigación, aplicación y comunicación; esta última en el sentido de tener que explicar mediante un informe los nexos entre el marco teórico y el caso de aplicación, lo cual no fue un desafío menor. Después de realizar estas tareas creo que mi aprendizaje es más sólido que tras aplicar una serie de ejercicios de manera sistemática.”*

Respecto a la consulta sobre si actividad les sirvió para medir (autoevaluar) sus conocimientos sobre el tema, se destacan las siguientes cuestiones: *“La actividad ayuda a definir cuán sólido es tu conocimiento sobre el tema, ya que requiere que los temas estén entendidos a la hora de hacer y explicar tu desarrollo.”* *“Al hacer la actividad me di cuenta de que tenía que reforzar algunos temas que no había terminado de comprender.”* *“Con la actividad pude ver que necesitaba saber un poco más de la teoría sobre algunos temas. Hubieron aspectos que resolví fácilmente y otros me llevaron más tiempo de estudio e investigación.”* *“Considero totalmente que me sirvió para autoevaluarme, ya que al ir realizando la actividad surgían preguntas y dudas constantemente.”*

Finalmente respecto a las preguntas ¿Qué diferencias encontrás entre rendir de esta manera respecto a un parcial tradicional? ¿Cuál preferís? ¿Por qué? ¿Podrías mencionar ventajas y desventajas de una y otra forma de evaluación?, las principales respuestas fueron: *“Creo que la diferencia principal es la motivación que despertó la propuesta de actividad por sobre un parcial. Un trabajo de aplicación puede llegar a ser más personal y poner al estudiante en una relación un poco más cercana con el material intelectual, enfrentando el desafío de aprender con otra actitud.”* *“Para un parcial una se estudia fórmulas y procedimientos y son conceptos que en breve tiempo se olvidan. En cambio, con esta forma de rendir, no solamente se aprenden fórmulas y la manera de proceder, sino que también el por qué debe hacerse de esa manera u otra.”*

Además de los comentarios, consideramos importante resaltar la actitud de los estudiantes frente a esta actividad propuesta. Todos los alumnos optaron por la entrega del trabajo práctico, argumentando que podían ir haciendo modificaciones hasta “estar seguros de que está bien” y no pasar por el estrés del parcial. Además todos ellos cumplieron las expectativas previas de la profesora en cuanto al nivel de complejidad de la tarea. Algunos alumnos fueron más allá de lo requerido en la consigna, investigando sobre números amigos, otros sistemas de encriptación, formas de estudiar posibles patrones en secuencias de números, etc.

## 5. Conclusiones

A partir de las opiniones de los alumnos, pudo observarse una valoración positiva respecto de esta metodología. Asimismo desde el equipo docente pudo apreciarse que los conceptos fueron fijados más sólidamente al tener que vincularlos a una aplicación concreta del ámbito de la carrera. Se observó que una actividad de estas características requiere de una formación previa de conocimientos elementales que sirvan de base, generando un aprendizaje un poco más libre, pero a la vez más comprometido y desafiante.

Teniendo en cuenta que enfrentar un problema complejo en instancias de aprendizaje con tantas libertades puede desembocar en la frustración del estudiante, se debe evitar ambigüedades y, para ello, el grado de complejidad de la actividad debe ser definido cuidadosamente. Respecto a la evaluación de este tipo de experiencias queremos resaltar la importancia de delimitar claramente las metas de comprensión y acordarlas previamente con los alumnos. Esto último se encuentra en concordancia con lo planteado por Perkins (1998) quién destaca la necesidad de generar metas de comprensión consensuadas, explícitas y públicas junto con el desarrollo y aplicación de la comprensión por medio de la práctica en tareas que entrañen desafío y que, asimismo sean posibles de realizar.

A modo de conclusión, consideramos que planificar en el marco de EpC facilitó la selección de contenidos y que la actividad resultó motivante para los estudiantes. Por ello, consideramos que dicho marco resulta adecuado en el contexto utilizado. En palabras de un alumno: *“... la evaluación tradicional tipo examen tiene la ventaja de que delimita claramente los contenidos, la complejidad y el contenido intelectual a abordar. El universo de conocimiento se ve acotado por “ese examen” (por lo menos para el estudiante). Sin embargo, en instancias de un curso avanzado creo que es apropiado cambiar el modo de evaluación y el compromiso del estudiante con el conocimiento”*.

## 6. Referencias

- Monereo, C. y Pozo, J. I. (2003). La cultura educativa en la universidad: nuevos retos para profesores y alumnos. *La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía*, 15-30.
- Perkins, D. y Blythe, T. (2005). Ante todo, la comprensión. En: Revista Magisterio Educación y Pedagogía, Vol. 14, Abril, Bogotá.
- Perkins, D. (1998) ¿Qué es la comprensión? En: Stone Wiske, Martha (comp.). *La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Quilmes, Paidós.
- Pogré, P. (2001). Enseñanza para la comprensión, un marco para innovar en la intervención didáctica. *Aguerrondo, I. et al. Escuelas del futuro II: cómo planifican las escuelas que innovan. Buenos Aires: Papers*.
- Rodríguez, P. (2012). Historia de la información. Del nacimiento de la estadística y la matemática moderna a los medios masivos y las comunidades virtuales. 1<sup>o</sup> edición. *Buenos Aires: Capital Intelectual*.