

## EL APRENDIZAJE ORIENTADO POR PROYECTOS COMO RECURSO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS: UNA EXPERIENCIA

Liliana Collado, Claudia Guzner y Amalia Kaczuriwsky  
Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Mendoza- Argentina  
[claudiaguzner@ciudad.com.ar](mailto:claudiaguzner@ciudad.com.ar)

Campo de investigación: Aprendizaje cooperativo-Pensamiento matemático avanzado- Resolución de problemas; Nivel educativo: superior.  
Palabras claves: aprendizaje, competencia, indicadores.

### RESUMEN

*El aprendizaje orientado por proyectos* es un enfoque pedagógico multi-metodológico y multi-didáctico, que, a partir de la socialización del conocimiento, privilegia *un saber hacer o actuar* frente a tareas que suponen conocimientos, saberes y habilidades que emergen en la interacción que se establece entre el individuo y una determinada situación. Su implementación potencia el pensamiento crítico, la búsqueda de fuentes de información adecuadas, el trabajo cooperativo, las habilidades de comunicación.

El presente trabajo tiene por finalidad presentar los resultados de la puesta en acto de este enfoque, que es llevado adelante en la asignatura Matemática Discreta del primer año de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Regional Mendoza, de la Universidad Tecnológica Nacional.

#### Introducción

Desde fines de los '80, el contexto mundial se caracteriza por una rápida transformación social y cultural. En este escenario, la Universidad se ve obligada a reconceptualizar sus procesos de enseñanza aprendizaje, de forma tal que se adecuen a las demandas que establecen las nuevas normas de convivencia y acceso al trabajo.

En consecuencia, la enseñanza de la Matemática en ese nivel debe centrarse no sólo en la transmisión de contenidos, sino también en la posibilidad de aplicarlos a problemas abiertos, comunes y complejos (Schoenfeld, 1991).

Si bien los principios del aprendizaje basado en proyectos no son recientes (Dewey, 1910, Kilpatrick, 1918), la elección de "*actividades con intención*"- entendidas éstas como las que no se circunscriben sólo al aula- provee a los alumnos de verdaderas oportunidades para alcanzar un aprendizaje relevante.

La bibliografía registra experiencias de aprendizaje basado en proyectos realizadas en el nivel básico y medio (Duch, 2004, Ferguson, 1990, Schiefelbein, 1998) pero poco o nada se conoce acerca de su implementación en la enseñanza de la matemática en el nivel superior.

En este ámbito, vemos que el aprendizaje basado en proyectos sostiene el trabajo autónomo de los alumnos, propiciando su interacción con el medio e incrementando su capacidad individual de procesar información, construir elaboraciones teóricas, concepciones, interpretaciones y prácticas propias, y comunicarlas efectivamente. En otras palabras, favorece el desarrollo de competencias matemáticas.

A la luz de estas consideraciones, este trabajo relata una experiencia realizada en la asignatura Matemática Discreta de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Regional Mendoza, de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

#### Reflexiones teóricas

Afirmamos que una competencia matemática es una conducta que se expresa en un saber hacer o actuar frente a tareas que plantean requerimientos matemáticos, que supone

conocimientos, saberes y habilidades que emergen en la interacción que se establece entre el individuo y una determinada situación.

Exige desarrollar estrategias que promuevan la explicitación de los modelos, permitiendo el reconocimiento de las similitudes y diferencias que existen entre ellos, para acceder a un mayor grado de complejidad y calidad de los mismos.

Bajo esta concepción, una competencia matemática tiene tres dimensiones:

1. la memoria: identificación y descripción de objetos matemáticos, de atributos, de relaciones, de propiedades y de operaciones;
2. la potencia: construcción de modelos y representaciones, ligada con el deseo de explorar, de investigar, de profundizar, de ampliar, motivada por actividades de aprendizaje que ponen en conflicto lo aprendido;
3. la comunicación: procesos de interacción social, desde los que se construyen los significados (hablar, escuchar) que desencadenan interpretaciones, tratamientos y producciones por parte de los estudiantes en momentos y circunstancias dadas.

Vemos que el aprendizaje basado en proyectos –entendidos éstos como una investigación en profundidad de un tópico- potencia el desarrollo de competencias matemáticas.

Al instrumentarlo en cada una de las siguientes cinco fases que se describen a continuación (Vélez, 1998) es posible relacionar cada una de ellas con alguna de las dimensiones de la competencia matemática (Figura 1).

1. asignación de roles: conformación de equipos de a lo más cinco pares y generación de normas de convivencia al interior de cada equipo, distribución de responsabilidades para el cumplimiento de cada una de las tareas, designación de un relator, que será el responsable de la comunicación entre el docente director del proyecto y el equipo;
2. información complementaria: presentación a los alumnos, por parte del docente director, de las áreas temáticas a investigar, las que en apariencia, demuestran no tener relación con los contenidos curriculares;
3. espacio de discusión: construcción de la hipótesis del problema –correspondiente al área temática asignada- que cada equipo selecciona, interacción alumno/profesor, alumno/alumno;
4. responsabilidad compartida: búsqueda, al interior del equipo, del marco teórico curricular que subyace en el problema elegido, modelación y resolución dentro de ese marco;
5. análisis creativo: los alumnos defienden los resultados de la investigación realizada, y ofrecen en un foro de pares, las conclusiones obtenidas.

Fases	Dimensión de la competencia
<i>Asignación de Roles</i>	
<i>Información Complementaria</i>	<i>Reconocer</i> teoría y conceptos
<i>Espacio de Discusión</i>	<i>Relacionar</i> teoría y conceptos
<i>Responsabilidad Compartida</i>	<i>Aplicar</i> teorías y conceptos
<i>Análisis Creativo</i>	<i>Comunicar</i> resultados

Figura 1. Fases vs. dimensiones. Fuente: elaboración propia.

### La experiencia

La puesta en acto de las ideas descritas conformó el modelo didáctico adoptado en la asignatura Matemática Discreta<sup>1</sup> a partir del ciclo lectivo 2004. En ella, se compatibili-

<sup>1</sup> Asignatura de primer año de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

zaron cada una de las fases citadas con los pasos sugeridos por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Cuyo –S.E.C.Y T.- para los proyectos de investigación científica- Figura 2-.

FASES	FORMULARIO S.E.C.Y T.
<i>Asignación de Roles</i>	Director. Profesor a cargo del curso Co- director Alumnos investigadores
<i>Información Complementaria</i>	Formulario tipo Campo de aplicación
<i>Espacio de Discusión</i>	Denominación del proyecto Palabras claves: Resumen técnico Estado actual de conocimientos sobre el tema
<i>Responsabilidad Compartida</i>	Fomulación y fundamentación del problema a investigar Objetivos Hipótesis de trabajo Metodología
<i>Análisis Creativo</i>	Resultados esperados Informe final

Figura 2. Esquema de desarrollo de proyecto. Fuente: elaboración propia.

Las áreas temáticas sugeridas para la ejecución del proyecto por parte de los alumnos fueron: *Diseño de circuitos impresos, el código de Huffman para la compresión de archivos, Almacenamiento y recupero de la información, Diseño eficiente de redes de comunicación, y Autómatas finitos*. El contenido curricular subyacente es Teoría de Grafos.

Si bien el protagonismo del desarrollo del proyecto fue de los alumnos, los docentes desempeñamos a la vez un papel muy activo, perfilando los problemas de investigación planteados. Esto es porque en ocasiones los alumnos expusieron temas demasiado amplios. Otras veces, por el contrario, el material resultó muy reducido, haciéndose necesario complementarlo. A partir de lo que los alumnos pusieron en juego, canalizamos sus proyectos hacia aquéllos más promisorios que podrían llevarlos a nuevos y valiosos conocimientos o a la adquisición de importantes habilidades.

La implementación de fases se distribuyó de acuerdo con el cronograma de la Figura 3.

<i>Fase</i>	<i>1 Roles</i>	<i>2 Informar</i>	<i>3 Discutir</i>	<i>4 Compartir</i>	<i>5 Crear</i>
<i>Fecha</i>	14/03 al 25/3	Semana <u>28/3</u> Horario de consulta	Semana <u>11/4</u> Horario de clase	Semana <u>9/5</u> Horario de clase	Semana <u>30/5</u> Horario de clase 18/6 <b>FORO</b>

Figura 3. Cronograma de actividades. Fuente: elaboración propia

En este punto es importante señalar que el contenido curricular Teoría de Grafos no fue desarrollado por el docente sino hasta el momento de la institucionalización, que tuvo lugar en la primera parte del FORO.

Ese momento –el del FORO- se constituyó en una instancia de evaluación muy importante, tanto para los alumnos como para los docentes. Los primeros, defendieron los resultados de su investigación, en tanto que los docentes recibimos – a través de una encuesta anónima- las impresiones, opiniones y sugerencias que servirían para retroalimentar la metodología.

En el FORO los trabajos seleccionados para exposición y debate fueron:

- ☉ “Diseño eficiente de un cyber en la ciudad de Mendoza”
- ☉ “Código de Huffman para la compresión de archivos”
- ☉ “Parking asistido”
- ☉ “Los árboles como recurso para el almacenamiento y recupero de la información”
- ☉ “Estructura de una red computacional en una empresa”

### Los resultados

Del análisis de la encuesta – Figura 4- se observa que el 63% de los alumnos manifiesta que la metodología le resulta interesante, a pesar de que el 75 % de ellos tuvieron dificultades durante el desarrollo del proyecto. Esto marca claramente la motivación que producen las prácticas investigativas. Está comprobado que si las personas participan en el establecimiento de la meta – en este caso, la concreción de un proyecto-, es más probable que acepten inclusive un objetivo más difícil que si se les asigna arbitrariamente una tarea. De esta forma, se establecen las bases para el compromiso y se sustenta la creencia individual de que son capaces de realizarla.

En cuanto al tipo de dificultades, el 27% de los encuestados manifiesta dificultad sobre los contenidos. Hay que recordar que los mismos no son explicitados por los docentes, sino que, por el contrario, uno de los objetivos a alcanzar es que los alumnos lleguen al modelo matemático subyacente. Aproximadamente el 13 % de los alumnos manifiesta problemas al interior del grupo.

Finalmente, resulta interesante destacar que más del 50% de los alumnos obtuvo una calificación superior a 5,25 puntos en la tercera evaluación individual escrita, que sobre Teoría de Grafos tuvo lugar con posterioridad al FORO, siendo que, en igual proporción y en evaluaciones anteriores, los mismos alumnos no superaron los 5 puntos.

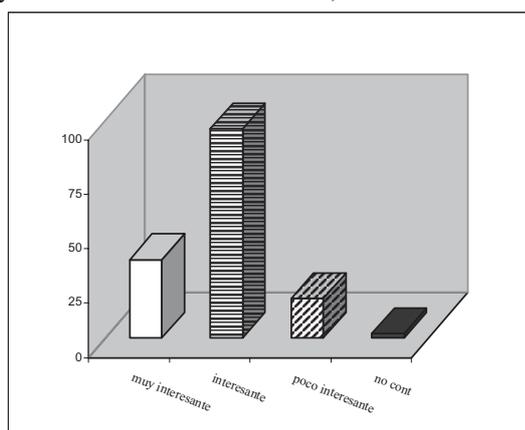


Figura 4.a Grado de satisfacción con la metodología

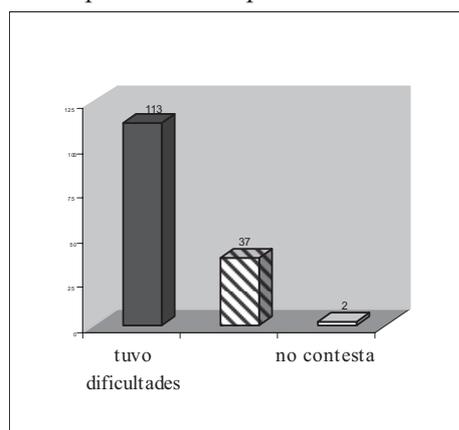


Figura 4 b. Presencia/ausencia de dificultades en el desarrollo del proyecto

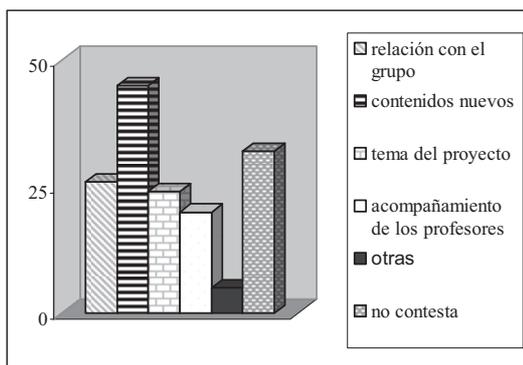


Figura 4 c. Causas de dificultades

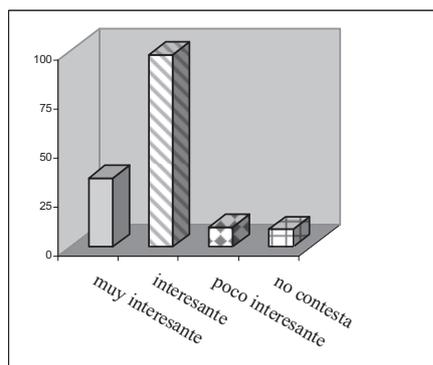


Figura 4 d. Grado de satisfacción con el foro

Figura 4. Opinión de los alumnos. Fuente: elaboración propia

### La conclusión

El objetivo de este trabajo ha sido mostrar cómo el **aprendizaje basado en proyectos** estimula el nivel de desarrollo de competencias matemáticas en un caso de Educación Superior, reconceptualizando los procesos de enseñanza- aprendizaje.

La hipótesis establecida en la introducción se ve confirmada al mostrar que es factible generar un espacio de trabajo cooperativo cuyas metas son aún más amplias que las del propio aprendizaje de los contenidos curriculares, ya que influye sobre la forma en que:

- se planifican, gestionan y mejoran las competencias de los alumnos tanto en el ámbito matemático como en el del desarrollo personal,
- se identifican, desarrollan y amplían los conocimientos de los docentes y sus capacidades para acompañar a los alumnos en la búsqueda de realizaciones concretas,
- se responsabiliza a los alumnos y se les da autoridad en referencia a la defensa de sus propias prácticas e investigaciones,
- se organiza la tarea de los docentes alrededor del diálogo abierto con los alumnos para llevar a cabo esta empresa,
- se reconoce el trabajo de los alumnos al poner en evidencia el mismo a través de una instancia pública como es el FORO, dando pautas claras de respeto para con ellos y de cuidado de sus saberes y proyecciones a futuro.

En síntesis, el **aprendizaje basado en proyectos** privilegia en los estudiantes la experimentación de su aprendizaje como un hacer propio, en el cual los docentes tenemos la tarea de asesorar, andamiar, supervisar y evaluar el trabajo personal de cada uno de ellos, en un ambiente de mutuo respeto.

Sostenemos que la implementación de este tipo de metodología es un cambio social, que trasciende la educación formal y se proyecta a futuro. Los resultados obtenidos en nuestra experiencia nos alientan a continuar con la tarea emprendida y nos obliga a “revalorizar el aprendizaje basado en proyectos y ponerlo en un lugar central en nuestras reflexiones y en nuestras acciones pedagógico-didácticas”.

### Bibliografía:

Boud, D. (1985). *Problem-based learning in perspective*, in Boud, D J (ed) *Problem-Based Learning in Education for the Professions*. Sydney: Higher Education Research and Development Society of Australia.

Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe de la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Barcelona: Ediciones Grupo Santillana, UNESCO.

Duch, B., Groh, S., Allen, D. (2004) *¿Por qué el Aprendizaje Basado en Problemas? Un Estudio de Casos del Cambio Institucional en la Educación de Pregrado. El poder del Aprendizaje basado en Problemas*. Editado por Duch, B., Groh, S., Allen, D.

Engel, C. (1991). *Not Just a Method But a Way of Learning*, in Boud D and Feletti, G (eds) *The Challenge of Problem Based Learning*. London: Kogan Page

Ferguson, S.; Jessup, E. ; Snow, P.; Stewart, A. y Valente, F. (1990). *Maths Projects & Investigations for years 11 & 12*. Thomas Nelson Australia..

ITESM (2003) *El método de proyectos como técnica didáctica*. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Material de Curso. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Guzner, C., Kaczuriwsky, A. y Collado L. (2003): *¿Qué logran los alumnos cuando logran comprender?* Actas del V-Seminario Educación Matemática. Editorial: Universidad Nacional de Luján, Ministerio de Cultura y Educación y UNESCO. ISBN n° 987-20239-1-3 Argentina. 2003. Digitalizado en CD.

Guzner, C., Kaczuriwsky, A. y Collado L. (2003): *El desarrollo de competencias matemáticas: análisis descriptivo de un caso*. Anuario XVI Encuentro Nacional III Internacional sobre la enseñanza de la Matemática. Editorial: Asociación Profesores en carreras de Ingeniería. Argentina. ISBN n° 950-42-0036-2. 2003. Digitalizado en CD.

Norman G, Schmidt HG. (1992): *The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence*. Acad Med; 67: 557-565.

Schoenfel, A. (1991): *La enseñanza del pensamiento matemático y la resolución de problemas*. Ed. Aique. Buenos Aires.

Schiefelbein, E. (1998): *La gran oportunidad para que el profesor cumpla con lo que le demanda la sociedad*. Revista Docencia Colegio de Profesores de Chile N° 6 . Septiembre Santiago, Chile.

Vélez, A. (1998): *Aprendizaje Basado En Proyectos Colaborativos En La Educación Superior* . Proyecto Conexiones Universidad EAFIT - UPB – COLCIENCIAS.