

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN MATEMATICA DISCRETA.

RELATO DE UN CASO

Nidia A. Dalfaro¹ – Ana M. Montenegro² – Carmen G. Del Valle³ – Nancy F. Aguilar⁴

ndalfaro@frre.utn.edu.ar ¹ – ana.montenegro910@gmail.com ²

cgdelvalle2002@yahoo.com.ar ³ – nfaguilar13@yahoo.com.ar ⁴

Universidad Tecnológica Nacional- República Argentina (1,2,3,4)

Núcleo temático: 1. Enseñanza y aprendizaje de la Matemática en las diferentes modalidades y niveles educativos.

Modalidad: CB

Nivel educativo: No específico (Universitario)

Palabras clave: Aprendizaje, Problemas matemáticos, competencias, innovación pedagógica.

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos con la aplicación de Aprendizaje Basado en Problemas en la cátedra Matemática Discreta. Asignatura del primer año de Ingeniería en Sistemas de Información (ISI) de la Facultad Regional Resistencia (FRRe) de la Universidad Tecnológica Nacional. Se trabajó en el marco del proyecto de investigación “Las competencias matemáticas y su desarrollo curricular en los primeros años en carreras de ingeniería. El caso de la Facultad Regional Resistencia” iniciado en el año 2013 por el Grupo de Investigación Educativa sobre Ingeniería (GIESIN) de dicha Facultad. La aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas se realizó en el tema “Grafos” en los años 2014, 2015 y 2016. La justificación en la elección del tema parte del análisis estadístico del rendimiento académico de las tres últimas cohortes. Su fundamentación está dada en el interés por el desarrollo del “pensamiento matemático” en futuros ingenieros centrados en la correcta comprensión, utilización y generalización de los contenidos matemáticos a través del planteo y resolución de problemas. Los resultados obtenidos fueron auspiciosos, tanto en el proceso de docencia, como en los resultados académicos. Es importante destacar la opinión positiva de los estudiantes y docentes, solicitada a partir de una encuesta al finalizar las actividades.

Introducción

Tradicionalmente se ha considerado la educación como un proceso en el que el gran protagonista era el docente, único portador y garante del conocimiento. Donde la relación comunicativa que se establecía en el aula era puramente transmisiva, jerárquica y unidireccional. Esta metodología ha perdurado prácticamente invariable durante siglos, pero en la actualidad esta perspectiva educativa, basada en la transmisión de información

y fundamentada en la metodología expositiva, parece no dar total respuesta a las demandas de la sociedad de nuestro tiempo. El docente, deberá realizar un giro en el que sea indispensable incluir nuevas metodologías de enseñanza que consideren los principios de creatividad, calidad, competencias y colaboración. En este nuevo contexto, los alumnos habrán de construir un aprendizaje que comprenda no sólo el conocimiento específico de su carrera sino, además, numerosas capacidades y destrezas que no podrían desarrollarse si el docente continúa usando exclusivamente una metodología tradicional. La adquisición efectiva de las numerosas competencias que definen cada titulación, requiere que los alumnos aprendan haciendo. No aprenderán a planificar si solo planifica el docente, no aprenderán a seleccionar, manejar e integrar la información si nunca consultan otra fuente que no sean sólo los apuntes o textos indicados por el docente, (Benito & Cruz, 2005). Una competencia, es asumida como la integración de un conjunto de capacidades que se ponen en acción en un contexto determinado para solucionar un problema, (Florez, 2012). Por lo tanto, las metodologías docentes deben ir más allá de la clase magistral y permitir la generación del conocimiento frente a la habitual transmisión del mismo. Las metodologías activas, en las que el alumno ocupa un papel protagonista, son las más aconsejables para la adquisición de competencias. Con el trabajo que el alumno realiza en el aula, se pretende un aprendizaje significativo en situaciones reales, desarrollando habilidades cognitivas, realizando destrezas, basadas en valores que permitan realizar actividades que integren el saber ser, el saber hacer y el saber conocer, (Goñi, 2011).

En consecuencia esta metodología exige una evaluación en congruencia. Lo esencial, es que los alumnos aprendan analizando y resolviendo problemas representativos de su futuro ámbito laboral. Por lo indicado, un sistema de evaluación válido considerará las competencias adquiridas por éstos mediante un instrumento basado en problemas reales. Una evaluación eficaz de competencias debe ser: válida, fiable, consistente, justa, inclusiva, controlable, auténtica, (Brown & Pickford, 2013).

Desde el año 2010 el Grupo de Investigación Educativa Sobre Ingeniería (GIESIN) comenzó a investigar sobre las competencias matemáticas para ingeniería, en el marco del Proyecto “Relación entre las competencias matemáticas reales de los aspirantes y las requeridas a los ingresantes en las carreras que se dictan en la FRRe de la UTN”. En trabajos precedentes, Dalfaro et al. (2011), han mencionado, que las competencias matemáticas consisten en la habilidad para utilizar y relacionar los números, sus operaciones básicas, los símbolos y las formas de expresión y razonamiento matemático.

Tanto para producir e interpretar distintos tipos de información, como para ampliar el conocimiento sobre aspectos cuantitativos y espaciales de la realidad. Y también para resolver problemas relacionados con la vida cotidiana y con el mundo laboral. Como medio de desarrollo y aprendizaje de las mismas, “la resolución de problemas es el mejor camino para desarrollar estas competencias ya que es capaz de activar las capacidades básicas del individuo”, (Ruperez Padrón, 2008).

En cuanto a la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, Barrows (1986), la define como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos. Sus características fundamentales fueron fijadas por este autor: el aprendizaje está centrado en el alumno con situaciones problemáticas como centro de estudio y aprendizaje autodirigido, propicia la producción en pequeños grupos y los docentes actúan como facilitadores o guías. Como lo indican Dalfaro et al. (2016), el estudio realizado sobre las competencias matemáticas permite diseñar propuestas de enseñanza y aprendizaje específicas, integrando estrategias didácticas innovadoras. El Aprendizaje Basado en Problemas, fue desarrollado en los cursos seleccionados, realizándose un seguimiento sistemático de las etapas de una clase. De acuerdo con Dalfaro et al. (2016), las etapas de una sesión sobre Aprendizaje Basado en Problemas habitualmente comprenden: la lectura conjunta del problema, la identificación del conocimiento previo, la determinación de los desconocimientos acerca del problema, el trabajo grupal y la evaluación de la sesión.

A partir del segundo Proyecto de investigación realizado: “Las competencias matemáticas y su desarrollo curricular en los primeros años en carreras de ingeniería. El caso de la Facultad Regional Resistencia”, el grupo se propuso intervenir en la realidad del aula a través de procesos de enseñanza y aprendizaje concretos en materia de competencias. Se trabajó con dos asignaturas: Álgebra y Geometría Analítica y Matemática Discreta. En la cátedra Matemática Discreta, perteneciente a la carrera Ingeniería en Sistemas de Información, se seleccionaron contenidos específicos, vinculados a un estudio previo que consistió en un análisis del rendimiento académico de las cohortes 2011, 2012 y 2013 teniendo en cuenta los diferentes trayectos de cursada, desde la inscripción de los estudiantes hasta la aprobación de la asignatura en los tres periodos, pasando por datos concretos de cada una de las instancias parciales.

Descripción de la experiencia y sus resultados

El Proyecto se llevó a cabo durante los años 2014, 2015 y 2016. Para realizar el trabajo se definieron con los docentes de la cátedra y con los investigadores los siguientes aspectos: la justificación del trabajo con la cátedra, la definición de las competencias matemáticas genéricas y específicas a trabajar en cada sesión, las bases y pautas para diseñar la Estrategia de Enseñanza, la metodología a utilizar, el diseño de actividades, la selección de recursos y la metodología de evaluación, así como el incentivo por su participación en las actividades a realizar.

Se decidió trabajar con el “Aprendizaje Basado en Problemas 4x4”, ya que existen numerosos trabajos en investigación educativa que han comprobado que esta estrategia es efectiva para la formación de competencias profesionales, transversales o específicas en carreras de formación profesional. Se denomina 4x4 porque se desarrolla en cuatro sesiones y se siguen 4 pasos, a saber: análisis inicial del problema, investigación, resolución y evaluación, conocidos por la sigla AIRE.

En las primeras 3 sesiones se presentaron las situaciones problemáticas que cada grupo debía resolver, mientras que la cuarta sesión correspondió a la instancia de evaluación. Los aspectos del problema a considerar en cada sesión se diseñaron en forma contextualizada y afines al perfil profesional de la carrera. Algunos de ellos formaban parte de la Guía de Trabajos Prácticos que la cátedra utiliza en forma habitual, pero fueron convenientemente adecuados para su resolución. En cada sesión el grupo de trabajo debía, como parte de las actividades a resolver, traducir las situaciones presentadas del lenguaje coloquial al simbólico y matemático. Las comisiones de trabajo seleccionadas fueron dos, en una se aplicó la innovación metodológica y en la otra se desarrolló el contenido de forma tradicional. Las sesiones de Aprendizaje Basado en Problemas fueron las mismas durante los 3 años respetando la organización establecida para las etapas. A continuación se describen las actividades de cada sesión a modo de ejemplo.

Primera Sesión: Presentación de la metodología de trabajo y de evaluación a los alumnos de la cátedra. Así como la descripción de los indicadores, técnicas, instrumentos y sistema de calificación. Conformación de grupos de trabajo por parte de los alumnos, en función de sus afinidades. Cada grupo designó un coordinador y un secretario. Presentación de las competencias genéricas y específicas, a trabajar en el aula. Presentación del trabajo práctico nro. 1. Puesta en común de las soluciones planteadas por los grupos de trabajo. Entrega de las producciones.

Segunda Sesión: Presentación de las competencias genéricas y específicas, a trabajar en el aula. Presentación del trabajo práctico nro. 2. Puesta en común de las soluciones planteadas por los grupos de trabajo. Entrega de las producciones realizadas.

Tercera Sesión: Presentación de las competencias genéricas y específicas, a trabajar en el aula. Presentación del trabajo práctico nro. 3. Puesta en común de las soluciones planteadas por los grupos de trabajo. Entrega de las producciones realizadas.

Cuarta Sesión: Evaluación final grupal. Encuesta individual.

Las situaciones problemáticas presentadas en cada etapa fueron diferentes, ya que fueron adaptándose luego de la revisión de la etapa anterior. A continuación se describen cada una de ellas:

Etapa1 (Año 2014): Problema Planteado: “Diseño del predio de una Universidad”. En el km 900 de la ruta nacional nro. 11 se ha inaugurado el predio de la Universidad Nacional Chaco. El predio tiene una extensión de 1.000 hectáreas. Este predio está destinado para que el alumno pase allí toda la semana de estudios. Está organizado en varias áreas: el área académica, el área social y el área de viviendas. En el centro del predio hay un espacio verde de esparcimiento, de forma rectangular, común a las entradas principales a los 5 edificios de las facultades habilitadas en la universidad. En el área académica: Hay 6 edificios habilitados para el funcionamiento de cada una de las facultades a saber: Ingeniería, Arquitectura, Ciencias Exactas, Humanidades, Medicina y la Biblioteca Central. Las aulas, los laboratorios, los talleres, las aulas magnas y los sectores administrativos de cada facultad funcionan en el edificio de cada facultad. Área de Viviendas: Hay alojamiento para 3.500 alumnos, que cursan el ciclo básico, y para 400 alumnos que cursan el ciclo superior entre todas las carreras. Los alojamientos de las facultades se encuentran a una distancia de 1000 metros de cada Facultad. La Facultad de Ingeniería tiene 3 edificios de alojamiento: I1, I2, I3. La Facultad de Arquitectura tiene 2 edificios de alojamientos: A1, A2. La Facultad de Ciencias Exactas tiene 1 edificio de alojamiento: CE1. La Facultad de Humanidades tiene 1 edificio de alojamiento: H1. La Facultad de Medicina tiene 1 edificio de alojamiento: M1. En el área social hay habilitado para el esparcimiento de alumnos, docentes, personal administrativo y personal de limpieza, 10 salas de cines, 4 supermercados, 10 heladerías, 6 centros de compras, 10 centros de estética, 10 campos de deporte para diferentes disciplinas organizados en 4 sectores: Zona Norte, Zona Sur, Zona Este y Zona Oeste. Por las distancias a recorrer, los integrantes de la universidad se pueden movilizar en el predio, en bicicleta, moto, auto o

por la línea interna de transporte universitario. El desplazamiento vehicular, se debe realizar respetando el sentido de circulación de cada sendero, calle y avenida.

Actividades:

Realizar un esquema, gráfico o lo que le resulte más conveniente a fin de representar gráficamente la comunicación vehicular que pueden tener los distintos edificios del predio.

Indicar por cada edificio, cuántos senderos, calles y/o avenidas llegan al edificio y cuántos salen.

Indicar el/ los camino/s que se tienen que seguir para comunicar, la Facultad de Ingeniería y el campo de deportes D3, la facultad de medicina y el alojamiento M1.

Etapa 2 (Año 2015): Problema Planteado: “Pagos a Domicilio”. Una entidad financiera debe realizar el servicio de pagos a domicilio de haberes a personas mayores de 80 años o que se encuentren discapacitadas, o que no pueden estar mucho tiempo de pie o sufren de una afección en particular. La ciudad ha sido dividida en 4 Zonas: Norte, Sur, Este y Oeste. Dada una determinada Zona se debe determinar el recorrido que permitan comunicar los distintos domicilios en forma directa o indirecta, para lo cual se deberá respetar el sentido de circulación de las calles. El pagador de la zona Norte, necesita establecer un recorrido y debe identificar los datos necesarios para el mismo.

Etapa 3 (Año 2016): Problema Planteado: “Vuelos”. Un Ingeniero en Sistemas, representante de ventas de una empresa de software comercial (software de caja, de stock, de informes a Afip, de informes a ATP, etc.) debe recorrer varias ciudades de Latinoamérica a fin de contactarse con los clientes para verificar: la funcionalidad de los distintos puntos de menú del software, inquietudes particulares de cada cliente, nuevos requerimientos, detalle de informes generados, entre otros. La empresa tiene convenio de traslado aéreo con aerolíneas MAN. Los vuelos comerciales entre las distintas ciudades pueden ser directos (punto a punto entre las ciudades indicadas o indirectos (para llegar a la ciudad destino se debe pasar por una o varias ciudades intermedias). El Ingeniero, necesita conocer todos los vuelos que están habilitados, tanto de ida como de vuelta entre todas las ciudades que debe recorrer y debe identificar los datos necesarios para el mismo: Mapa de Guía de Viaje, los precios aproximados de los pasajes y las distancias a recorrer. Las ciudades que debe recorrer el Ingeniero son: Buenos Aires, Córdoba, Mendoza,

Caracas, Montevideo, Lima, Rio de Janeiro, Medellín, Cali, Foz de Iguazú, Antofagasta, Encarnación.

La primera etapa del proyecto, en el año 2014, fue de fuerte impacto para los docentes de la cátedra ya que se podría indicar que continuaron siendo los protagonistas del aula. Fueron los docentes los que guiaron las clases, trabajaron como “coordinadores en cada grupo de trabajo” guiando a los alumnos en la modalidad y estructura de la estrategia. Los docentes no lograron cambiar totalmente su rol. Los roles educativos continuaron siendo muy definidos. El docente era el que sabía y el alumno el que debía asimilar ese saber. Los saberes estaban estructurados, sistematizados y muy orientados por éste. Además, el texto del problema fue largo, diverso en su descripción y con muchas variables por definir. Las cuestiones a resolver, se plantearon como actividades y en un texto separado de la descripción el problema.

En algunos grupos de trabajo, los alumnos no manifestaron su interés académico. Si bien algunos pudieron desarrollar las destrezas sociales y académicas para trabajar por su cuenta, estas fueron básicas y moderadas. Los docentes debieron recurrir en varias oportunidades a estimular y recordar a los alumnos sus conocimientos previos, para así orientarlos en las preguntas y reflexiones que debían realizar. Al final de la experiencia les recordaron fuertemente, que la investigación será una parte integrante e importante de la totalidad de su proceso curricular y no sólo una unidad de una cátedra de primer año, buscando así incentivar su formación y preparación profesional.

En la segunda etapa del proyecto en el año 2015, los roles activos de docentes y alumnos fueron compartidos. Los aportes que realizaron los alumnos fueron mayores, participaron más en las actividades, pudieron identificar algunas de sus inquietudes, se realizaron preguntas y cuestionamientos propios acerca de la situación problemática que tenían que resolver. Los docentes pudieron adaptarse un poco más a su rol de guías en la orientación de la clase, así como despertar el interés del alumnado en la situación problema a resolver. En esta oportunidad, el texto del problema fue diferente, más acotado que en la etapa anterior, enfocado en una situación concreta a resolver. Las cuestiones a resolver, ya no se plantearon como actividades, sino que formaban parte de la descripción del problema. Estos cambios fueron producto de la reflexión surgida luego de la primera aplicación del ABP en la que participaron los docentes junto a los investigadores.

En la tercera etapa del proyecto en el año 2016, el rol activo fue totalmente de los alumnos, ya que pudieron identificar lo que debían plantear como posibles soluciones. La experiencia de los docentes en el trabajo de las etapas anteriores permitió incentivar a los

estudiantes a responder de manera positiva a los criterios de trabajo planteados. Se sintieron cómodos con la situación de que los alumnos se involucraran en su propia investigación. Fue muy satisfactorio ver cómo trabajaban, ya que manejaron diversos grados de ambigüedad, generando sus propios interrogantes. Algunos de los cuales fueron: ¿Qué sabemos del tema? ¿Qué necesitamos saber del tema? ¿Cómo lo averiguamos? ¿Qué esperamos aprender? ¿Qué tenemos que aprender del tema? Como se observará el desarrollo de esta actividad fue creciendo en la comprensión y manejo de la estrategia por parte de los docentes involucrados. Esto repercutió favorablemente en la consecución de mejores rendimientos académicos por parte de los alumnos, los cuales destacaron los resultados positivos en las encuestas aplicadas oportunamente.

Como consecuencia de la experticia obtenida y sus resultados positivos se decidió compartir la experiencia con los docentes del Departamento de Ciencias Básicas de la Facultad. En este marco se diseñó y realizó un curso al que se denominó “Las competencias matemáticas en la Formación del Ingeniero”. El mismo tuvo una buena participación y sus resultados también fueron positivos para los docentes de dicho Departamento, en orden a extender esta metodología a otras cátedras.

Conclusiones

Los resultados obtenidos indicarían una actitud positiva de docentes y alumnos, hacia esta estrategia de enseñanza, no solo por el aprendizaje de contenido matemático sino también por el aprendizaje de habilidades vinculadas a la estrategia grupal y a la autonomía. Los alumnos que trabajaron con el Aprendizaje Basado en Problemas piensan de forma diferente que los alumnos que tuvieron una enseñanza tradicional, evidencian cadenas de razonamiento más ricas y completas, muestran una autoconciencia y una autodirección mayor.

El aprendizaje Basado en Problemas, generó entusiasmo en los alumnos, los invitó a pensar e investigar situaciones problemáticas que despierten su curiosidad, impulsándolos a obtener conclusiones propias. En el caso de los docentes, estos fueron asimilando la estrategia, corriéndose de su rol protagónico y mejorando en cada etapa en la aplicación de la misma. Como todo nuevo aprendizaje requiere una revisión de las experiencias anteriores, a fin de que ajustar su aplicación.

Se propone continuar con la experiencia planificando todos los contenidos de la cátedra con esta metodología, ya que esto facilitaría el aprendizaje de la misma, redefiniendo los

roles de los docentes y de los alumnos. Los resultados obtenidos permiten visualizar que esta estrategia permite el desarrollo de las competencias típicamente ingenieriles.

Referencias bibliográficas

Barrows, H. *A Taxonomy of problem-based learning methods*. Medical Education. Springer. New York. 1986. pp.481-486.

Benito, A; Cruz, A. *Nuevas claves para la Docencia Universitaria*. Madrid. Editorial Narcea, 2005. pp. 135. ISBN 84-277-1501-3.

Brown, S; Pickford, R. *Evaluación de Habilidades y Competencias en Educación Superior*. Editorial Narcea, 2013. pp. 16-18. ISBN 978-84-277-1897-5.

Dalfaro, N.; Demuht, P.; Del Valle, C. G.; Aguilar, N.” Los ingresantes de ingeniería de la FRRe y el estudio de la construcción de las competencias matemáticas”. La Universidad Tecnológica Nacional, 2011, Vol.1.

Dalfaro, N; Demuth, P; Del Valle, C. G.; Aguilar, N.” El ABP como estrategia para formar competencias en Ingeniería. Relato de un caso”. La Universidad Tecnológica Nacional, 2016, Vol.1.

Dalfaro, N.; Demuth, P.; Del Valle, C. G.; Aguilar, N. y Montenegro, A.” Aprendiendo Matemáticas a través de problemas: la mirada de estudiantes y docentes de Ingeniería”. La Universidad Tecnológica Nacional, 2015, Vol.1.

Florez, J. *Competencias Profesionales*. Madrid. Editorial Narcea, 2012. pp.14. ISBN978-84-277-1892-0.

Goñi, J. *Didácticas de las Matemáticas*. Editorial Grao, 2011. pp. 79-81. ISBN 978-84-9980-044-8.

Ruperez Padron, J. A.; Garcia Deniz, M. “Competencias, matemáticas y resolución de problemas”. Sociedad Canaria de Profesores de Matemática Isaac Newton, 2008, núm. 69.