

Grupos de estudio para favorecer el aprendizaje del cálculo diferencial.

Study groups to promote of learning differential calculus.

Demian Reyes Andrade

Universidad Veracruzana

ing.demian@gmail.com

Mayté Pérez Vences

Universidad Veracruzana

mayperez@uv.mx

Resumen

La asignatura de Cálculo Diferencial, llevada en los primeros semestres de toda carrera de Ingeniería, históricamente ha representado dificultades (reprobación, grupos de arrastre, desertión). La gran cantidad de estudiantes en las aulas de esta asignatura, así como la predominante tendencia pedagógica tradicional justifican el trabajar de manera distinta realizando un proyecto educativo. Se ha realizado una intervención educativa empleando la estrategia de aprendizaje cooperativo y con el apoyo de estudiantes monitores con la finalidad de crear aprendizajes significativos en los estudiantes a partir del fortalecimiento de conocimientos previos e innovadoras técnicas en el proceso de enseñanza aprendizaje donde estudiantes de la asignatura, alumnos monitores y docente, logramos conformar comunidades de aprendizaje. Las experiencias en este proyecto han contribuido a la mejora de todos los que participamos, pero también con un pendiente de realizar mejores trabajos a futuro.

Abstract

Historically the subject of differential calculus, which is a first-semester course in engineering careers, represented difficulties (reprobation, repeating a course, desertion). The large number of students in the classroom of this subject, as well as the prevailing trend traditional pedagogical work differently performing an educational project. Has made an educational intervention strategy using cooperative learning and supported by monitors students in order to create meaningful learning in students from the strengthening of prior knowledge and innovative techniques in the teaching-learning process where students of the subject , monitors students and teachers, we form learning communities. Experiences from this project have contributed to the improvement of everyone involved, but also with an outstanding performing better jobs in the future.

Palabras Clave / Key words: Cálculo Diferencial, aprendizaje cooperativo, estudiantes monitores. Differential Calculus, cooperative learning, monitors students.

Introducción

Sin duda alguna, nuestra realidad compleja que nos ha tocado vivir, nos exige formas diferentes de actuar, y desde la docencia no es la excepción. Si pretendemos estar preparados para responder a las exigencias del entorno, necesitamos cambiar nuestras prácticas educativas en el afán de mejorar la calidad de las mismas.

Es muy común observar modelos de enseñanza que propician una formación basada en el consumismo de información, ¿cómo lograr que los alumnos sean personas activas y responsables de su propio aprendizaje? Consideramos que percatarnos de esta situación es un

gran avance pero, no suficiente es necesario una nueva visión del aula como espacio de investigación y desarrollo profesional, donde se cuestione no solo la función del profesor, sino también el accionar del alumno, la conformación del entorno de aprendizaje, etc.

La realización de este trabajo es producto de esta preocupación y resultado de un proceso de profesionalización ya que uno de los autores cursa un posgrado profesionalizante como lo es la maestría en Gestión de los Aprendizajes que oferta la Universidad Veracruzana.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El siguiente trabajo está ubicado en un escenario de una propuesta didáctica alternativa dentro del aprendizaje de las matemáticas, puntualmente en la materia de Cálculo Diferencial que es una materia inicial dentro de la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

El proyecto de intervención educativa se lleva a cabo en el Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica (ITSPR), el cual es un organismo público descentralizado de educación superior creado en el año de 1998, actualmente atiende aproximadamente a 5000 alumnos de licenciatura, población estudiantil distribuida en 9 carreras de ingeniería, una licenciatura en Contaduría Pública, así como una especialidad en Ingeniería Mecánica y una maestría en Sistemas Computacionales.

Las materias impartidas en el ITSPR están contempladas en aquellas de un tronco común llamadas materias de Ciencias Básicas, donde está incluida la asignatura de Cálculo Diferencial, la cual se es el eje de este proyecto de intervención. Así también, hay materias de especialidad que son asignaturas que atienden aspectos propios de las carreras que se imparten en la institución.

Históricamente en el ITSPR se han identificado dificultades (reprobación, grupos de arrastre, deserción) en materias de Ciencias Básicas tales como: cálculo diferencial, cálculo integral, cálculo vectorial, estática, dinámica, electricidad y magnetismo y química, entre otras, las cuales son materias consideradas la base de la formación de los futuros ingenieros.

Ocampo, J., Martínez, M., De las Fuentes M. & Zatarain, J. (2010) señalan que:

La deserción y reprobación de los estudiantes universitarios de las carreras de ingeniería han pasado a ser en años recientes una gran preocupación en las instituciones de educación en México y que detrás de los procesos escolares está presente una compleja problemática educacional en la cual están inmersos profesores y estudiantes universitarios.

En lo que corresponde a la materia de Cálculo Diferencial, en el ITSPR los profesores expresan dificultades en cuanto a grupos numerosos, alumnos con conocimientos previos limitados y con falta de compromiso. Por su parte los estudiantes con dificultades en esta materia, dicen resentir el cambio de bachillerato al Tecnológico, debido a mayor carga de trabajo, falta de dedicación, poco aprendizaje en las etapas previas (bachillerato, secundaria) y así también el “no entender” a sus maestros.

El Modelo Educativo Siglo XXI es la propuesta institucional que define los lineamientos filosóficos, organizacionales y académicos que rigen el quehacer educativo de los Institutos Tecnológicos, pero estos documentos pueden distar de la realidad y corren el riesgo de no llegar a transformar las prácticas docentes y repercutir de manera positiva en la formación de los futuros profesionistas, aún en ambientes educativos donde sean favorables las condiciones. De hecho en el ITSPR es predominante la tendencia pedagógica tradicional en la enseñanza del Cálculo Diferencial, donde el alumno generalmente actúa como receptor.

Investigaciones realizadas por Artigue (2013, citado por Salinas y Alanis, 2009) dejaron evidencias de que las matemáticas en general y particularmente en el Cálculo se han enseñado desde una perspectiva mecanicista, reduciendo su aprendizaje a prácticas algorítmicas y algebraicas, donde los estudiantes privilegian la obtención de una respuesta, por encima del proceso que lleva a esta, aspecto que caracteriza el aprendizaje sin comprensión (García 2013). Artigue(2013), también indica que muchas de las investigaciones en educación matemática relativas al tema coinciden en que no es fácil para los estudiantes insertarse en el campo del Análisis Matemático (como el cálculo), ya que este no se puede reducir a una versión puramente algebraica. Además, señala que el cálculo se reduzca al álgebra puede ser considerado como un mal menor si se toma en cuenta que el aprendizaje del álgebra ya de por sí enfrenta serios problemas, por lo que en muchos casos ni siquiera se puede esperar un manejo instrumental y algorítmico del cálculo.

Al interior del ITSPR desde sus inicios se ha detectado la problemática en las materias de Ciencias Básicas, haciéndose más evidente en los alumnos de nuevo ingreso. La academia de Ciencias Básicas ha llevado a cabo: Cursos propedéuticos, asesorías, capacitación docente. Desafortunadamente estas acciones han creado mejoras, pero no han sido suficientes, pues la realidad es que los cambios a favor son poco significativos y a cada semestre se nota más complejo el panorama.

Con lo mencionado anteriormente y con la finalidad de mejorar el proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Asignatura de Cálculo Diferencial en el ITSPR se inició la etapa diagnóstica el Proyecto de Intervención Educativa aplicando dos instrumentos en el curso Agosto 2013 – Enero 2014, así como en el curso Agosto 2014 – Enero 2015: Examen de conocimientos previos

al Cálculo y Cuestionario de habilidades y hábitos para actividades académicas, que a continuación se detallan.

Examen de conocimientos previos al cálculo diferencial.

Este examen consta de 27 reactivos de opción múltiple. El examen fue aplicado a 88 alumnos en la primera etapa (Agosto 2013) y 98 alumnos en la segunda (Septiembre 2014), de los grupos "A" y "B" de la carrera de Ingeniería Mecatrónica. El examen fue elaborado por un grupo de 10 profesores que imparten o han impartido la materia. Los tópicos de este examen son: Aritmética y Álgebra.

A partir de este instrumento se obtuvieron los siguientes datos

- El resultado promedio de ambos grupos en el examen de conocimientos previos fue del 62 %; lo cual representa una calificación de mala a regular; tomando en consideración que el examen es de un nivel básico.
- Cerca del 80% de los alumnos han cursado el área técnica o físico-matemático en el bachillerato, la cual es la indicada para aquellos estudiantes que quieran cursar una carrera de Ingeniería.
- Los alumnos que han cursado el área técnica en el bachillerato obtuvieron un promedio de 70 % de respuestas correctas en el examen, contra un 41% de los alumnos que no han cursado el área técnica.
- La comparativa en los dos periodos escolares son similares, haciendo evidente que aquellos que no vienen del área técnica son los que presentan calificaciones menores, además que los alumnos del curso matutino tienen ligeramente mejores resultados.
- Los temas donde se presentan mayores dificultades son la factorización y los productos notables. Las operaciones aritméticas en menor orden, pero también representan dificultades.

Cuestionario de habilidades y hábitos para actividades académicas.

Cuestionario de escala tipo Likert, que tiene como objetivo conocer las actitudes, desarrollo de habilidades y hábitos para las actividades académicas de las materias propias de la matemática. Los aspectos esenciales sobre los que se indaga en la encuesta tienen relación con la predisposición, el desempeño general, desarrollo de hábitos y habilidades, actitudes y puntos de vista con relación a las matemáticas.

En base a los resultados que se generaron en este diagnóstico realizado a un grupo de 20 alumnos en la primera etapa y 102 alumnos en la segunda etapa, se observó lo siguiente.

- Se aprecia que los alumnos no trabajan en forma persistente y que tienen un mediano interés por los cursos de matemáticas.
- La mitad del alumnado se queda solamente con lo visto en clase, sin consultar o buscar ayuda extra clase.
- La mayoría del alumnado deja para un día antes la preparación de su examen, y además que la mitad no cubre todos los temas que pudieran incluirse en las evaluaciones.
- Entre un 70 y 80 % de estudiantes dice asistir a la mayoría de sus clases de matemáticas, además casi la mitad asegura entender lo que se ve en clase.
- Casi la mitad se consideran buenos estudiantes, pero solo una cuarta parte considera poder explicar a sus compañeros como resolver problemas o ejercicios.
- De manera eventual pocos estudiantes ocupan un software matemático como herramienta de ayuda en la asignatura.
- En cuanto a si les entusiasma a los estudiantes aprender matemáticas, una mayoría ha respondido que le entusiasma medianamente.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

A partir de los resultados que se obtuvieron de los instrumentos diagnósticos y con la intención de buscar nuevas estrategias tomé en cuenta que los dos grupos de la asignatura de Cálculo Diferencial que me fueron asignados en el curso escolar Agosto 2014-Enero 2015 fueron bastante numerosos, cada uno de casi 60 estudiantes, opté por hacer la invitación a participar en el proyecto preferentemente a los estudiantes con mayores dificultades académicas y poder trabajar con grupos pequeños para adoptar un método de enseñanza-aprendizaje en donde los estudiantes trabajaran en equipo. El proyecto entonces se desarrolló extra clase, con solo una parte de los estudiantes que cursaron la asignatura, además se contó con el apoyo de alumnos monitores, los cuales no fueron estudiantes de ese grupo, sino estudiantes de media carrera que ya habían cursado la asignatura. Es entonces que para ese momento se definieron los objetivos del proyecto de intervención.

- a) Capacitar a los alumnos monitores para que brinden el apoyo más adecuado a sus compañeros estudiantes de la materia de Cálculo Diferencial.
- b) Propiciar en el estudiante un sentido de responsabilidad y agrado por el aprendizaje del Cálculo Diferencial a través del acompañamiento de los alumnos monitores y de la estrategia de aprendizaje cooperativo realizado en los Grupos de Estudio.
- c) Generar una base sólida sobre los conocimientos previos al Cálculo Diferencial en los estudiantes que participan en los Grupos de Estudio mediante actividades extra clase guiadas por los alumnos monitores y docente.

- d) Facilitar la integración de los alumnos a las actividades académicas propias de la materia de Cálculo Diferencial mediante buenos hábitos y metodologías de estudio desarrolladas en los Grupos de estudio.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente intervención fue necesario seguir un proceso metodológico y de esta forma facilitar la sistematización de la práctica; tomando en consideración la naturaleza de la problemática identificada y los alcances del trabajo a realizar, se eligió una metodología cualitativa, de acuerdo a Hernández Sampieri (2010) ésta se centra en la mirada del investigador sobre su propia práctica y con la finalidad de describir, comprender e interpretar los significados de su quehacer pedagógico con la intención de transformarla y mejorarla.

Ahora bien, desde el paradigma cualitativo se pueden identificar varios métodos, el seleccionado para este trabajo es la *investigación – acción*, Elliott (1993) citado por Latorre define la investigación- acción como:

“un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma. La entiende como una reflexión sobre las acciones humanas y las situaciones sociales vividas por el profesorado que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) de los docentes de sus problemas prácticos. Las acciones van encaminadas a modificar la situación una vez que se logre una comprensión más profunda de los problemas”. (Latorre2005:24)

Como puede observarse en esta definición a través de la investigación – acción se pretende comprender e interpretar prácticas específicas (*investigación*) para cambiarlas (*acción*) y para mejorarlas (*propósito*); es decir, indagación sistemática y crítica, acompañada de una acción informada y comprometida, con un propósito claramente definido.

De tal forma que con la utilización de este método se construyeron y formularon alternativas de acción con la intención de tener una mejor comprensión de la realidad educativa y orientar mejor las prácticas; y si esto se hace de manera reiterada, quizá estemos en posibilidades de transformar prácticas colectivas.

En relación a la estructura metodológica estuvo conformada por los siguientes pasos:

Realización de un diagnóstico situacional, identificación de la problemática, planificación, acción (intervención) y evaluación de la acción.

DESARROLLO DE LA INTERVENCIÓN

Aprendizaje Cooperativo

Una vez identificadas las necesidades, se consideró trabajar el proyecto con grupos pequeños y poder realizar una práctica docente de manera distinta a como se venía haciendo con los grupos que generalmente son de 55 a 60 estudiantes en la asignatura de Cálculo Diferencial. El hacer más protagonista al estudiante y transformar la práctica para enriquecer los conocimientos y habilidades de los estudiantes a partir de la comunicación y el contacto interpersonal, me llevó a considerar el método de aprendizaje cooperativo. De acuerdo a Johnson, J. Johnson y E. Holubec (1999).

Los grupos de aprendizaje cooperativo permiten que los componentes entablen relaciones responsables y duraderas que los motivarán a esforzarse en sus tareas y a tener un buen desarrollo cognitivo y social. Para que la cooperación funciones bien,

mencionan que hay cinco elementos esenciales: 1-Interdependencia positiva. 2- Responsabilidad individual. 3- La interacción. 4-Habilidades interpersonales y grupales. 5-Evaluación grupal (p. 9).

Alumnos Monitores

Con la finalidad de ayudarme en esta tarea, crear una comunidad de esfuerzos y así poder fortalecer relaciones de cooperación en el proyecto, consideraré tener el apoyo de estudiantes que en adelante se identificarán como “alumnos monitores”.

Muchos estudiantes tienen el talento o vocación de ayudar a sus compañeros, otros se dan cuenta que no siempre es sencillo, pero en la mayoría de las ocasiones terminan satisfechos de poder contribuir a que sus compañeros aprendan.

Considerado como un método de enseñanza, el uso de “monitores” es diseñado y difundido básicamente por el británico Joseph Lancaster (1779-1838) y el escocés Andrew Bell (1753-1832). El método consistía en el uso de alumnos avanzados llamados monitores que enseñaban y vigilaban el aprendizaje de sus compañeros. El método fue, en definitiva, un intento por difundir la escolarización de las masas.

Para este proyecto de intervención educativa, la intención de trabajar con alumnos monitores no fue masificar, más bien crear grupos de aprendizaje que tuviesen referentes que pudieran compartir sus experiencias y aprendizajes, favoreciendo el aprendizaje entre iguales para la adquisición de conocimientos desde la capacidad individual, ayudado por el otro.

La elección de los estudiantes que fungieron como monitores se dio por recomendaciones de algunos profesores de la materia y bajo una prueba de conocimientos en tópicos como

aritmética y álgebra. El encausar a estos alumnos monitores en potenciar condiciones como la responsabilidad, paciencia y deseo de ayudar a sus compañeros de primer semestre resultó fundamental para obtener resultados favorables.

Aunque se generó un apoyo para los estudiantes monitores tomando su participación como créditos extracurriculares o bien como parte de un servicio social, en un principio la mayoría de estudiantes no sabían de este apoyo y simplemente se les miró entusiasmados por ayudar a sus compañeros. Me parece que la gestión para que los estudiantes recibieran este apoyo contribuye a que ellos se reconozcan como útiles a la sociedad y como un aliciente al compromiso que requiere este proyecto de intervención.

Comunidad de Aprendizaje

El número de estudiantes que conformaron el proyecto de intervención: 18 (3 mujeres y 15 hombres). Número de Alumnos monitores (apoyo): 6. Docente de la asignatura de Cálculo Diferencial: 1

Inicialmente se tenía contemplado, trabajar con grupos de 6 a 8 alumnos, con la ayuda de 2 monitores cada grupo. Por los horarios que no se pudieron ajustar tanto para los alumnos monitores como a los alumnos de la materia de Cálculo Diferencial, los grupos se conformaron en tres grupos (Tabla I).

Tabla I. Grupos de Estudio en el Proyecto de Intervención.

GRUPO DE ESTUDIO	Número de monitores	Número de estudiantes	Grupo al que pertenece
A	3	8	1B Ing. Mecatrónica (Vespertino)
B	2	6	1A Ing. Mecatrónica (Matutino)
C	1	3	1B Ing. Mecatrónica (Vespertino)

En el proyecto de intervención se identificaron dos etapas:

1) Trabajo de los alumnos monitores con los estudiantes que conformaron los grupos de estudio distribuidos en grupos pequeños. El docente capacita a los alumnos monitores, supervisa las actividades y les provee de materiales que faciliten su trabajo grupal. Se reconocen fortalezas y áreas de oportunidad de los estudiantes. Hay un seguimiento entre lo ocurrido en las clases normales y lo que se trabaja en los grupos de estudio.

Con un promedio de 11 sesiones, se desarrolló aproximadamente durante 6 semanas esta primera etapa iniciando a finales del mes de Septiembre del 2014.

2) Actividades grupales con estudiantes y monitores, aplicando una metodología educativa innovadora (aprendizaje cooperativo) que les permita aprender y desarrollar conocimientos, pero también habilidades y hábitos que integren a los estudiantes en la asignatura de Cálculo Diferencial y a su vida académica dentro de la Institución Educativa. Además de que la evaluación se hizo de manera diferente a como generalmente se venía haciendo, incorporando la autoevaluación y coevaluación, buscando que el docente no sea el único evaluador, sino que los estudiantes participen activamente en regular sus procesos de aprendizaje.

Para programar las actividades en esta segunda etapa del proyecto educativo, se consideró hacerlo mediante unidades didácticas las cuales están ligadas a las actividades constructivistas. Se trabajó con 2 unidades didácticas que representan los temas fundamentales en los objetivos de la asignatura: Funciones y Derivada.

Se trabajaron 6 sesiones, se desarrolló en 3 semanas esta segunda etapa, iniciando la última semana de Noviembre del 2014.

RESULTADOS.

Esta experiencia educativa, ha permitido trabajar más de cerca con los estudiantes. El proceso de interacción en el trabajo cooperativo ha mostrado a estudiantes y docente, que se puede

crear un ambiente más propicio para la mejora de enseñanza aprendizaje visto desde las dimensiones: académica y social. Uno de los cambios significativos fue la forma de evaluar a los estudiantes incorporando la autoevaluación y coevaluación. Otra de las ventajas identificadas en el desarrollo de este proyecto de intervención educativa es que, al trabajar con grupos pequeños se conoce mejor a los estudiantes y, en consecuencia hay mayor posibilidad de retroalimentar y ver las transformaciones favorables, teniendo un mejor seguimiento en el avance del aprendizaje de los estudiantes.

Se observó que los estudiantes, tanto monitores, como los que cursaban la asignatura, conformaron una comunidad de aprendizaje, pues aún terminado el proyecto, sin ningún compromiso o establecimiento de horario por parte del maestro siguen teniendo encuentros para trabajar a favor de sus aprendizajes. Al observarlos explicar con sus propias palabras se aprecia con claridad, sus avances y por supuesto esta acción también representa un aprendizaje para el docente en el momento que se exploran alternativas nuevas que favorecen la mejora de la práctica docente.

En el poco tiempo que se trabajó con ellos fueron evidente los cambios, ya que se nota el incremento en la confianza, sobre todo a los que al principio se mostraban inseguros, ya que fueron más participativos, haciendo observaciones e inclusive autocorrigiéndose o bien sugiriendo formas alternativas para resolver problemas.

En los conocimientos previos de los estudiantes fueron notables los avances, ya que se aplicaron exámenes similares al final del curso como los que se aplicaron al inicio. De un porcentaje de 41 % de aciertos al inicio del curso, los estudiantes lograron en promedio un 72% de aciertos en promedio al aplicar un examen similar casi al finalizar el periodo escolar. Los alumnos monitores expresaron también los avances de sus compañeros estudiantes teniendo mayor orden y claridad en sus ideas y a la hora de plasmarlo por escrito, el razonamiento lógico aventajó a la

mecanización y en la vinculación de los conocimientos previos con la asignatura de Cálculo Diferencial.

En lo que se refiere a la aprobación de la asignatura, se registraron en los últimos 3 años cifras de aprobación cercanas al 50 %. Para los estudiantes que conformaron los grupos de estudio se obtuvieron cifras de aprobación entre el 60 y 65%, lo cual aunque no es muy alentador, representa un avance, ya que los estudiantes que conformaron estos grupos de estudio en su mayoría han sido por historial los más susceptibles a poder reprobado, sobre todo por los conocimientos previos ausentes y por el área llevada en el bachillerato que no es la adecuada para cursar una carrera de Ingeniería, “área técnica”, también llamada físico matemática.

Conclusiones

Al trabajar las actividades con aprendizaje cooperativo, es necesario cuidar ciertos elementos para que se produzcan los resultados esperados, entre ellos los materiales didácticos que se puedan diseñar y poder utilizar durante las sesiones, la explicitación clara de las indicaciones de la actividad a realizar, el que no existan actitudes de resistencia para trabajar en grupos e incluso cuidar el espacio físico donde se desarrollaran las actividades.

Es muy importante además despertar el interés en el alumno. Algo que funcionó de manera favorable en esta experiencia fue iniciar de lo sencillo a lo más complicado, cuidando en todo momento que el estudiante encontrara la aplicabilidad o razón de ser de las temáticas abordadas, tratando de evitar caer en prácticas tradicionales en donde la matemática áulica se cierra únicamente a las operaciones aritméticas y/o algebraicas que distan de realidades aplicativas.

Sin duda alguna, se puede afirmar que el atrevernos, como docentes, a explorar nuevas alternativas de enseñanza y sobre todo a sistematizar los procesos, puede ayudar al mejoramiento continuo de la práctica docente; y se propicia el aprendizaje no solo en el estudiante sino también en el maestro.

Lo anterior implica una metacognición permanente de la práctica docente y estar conscientes de que diseñar entornos de aprendizaje favorecedores implica echar mano a toda nuestra creatividad y preparación para tal fin.

Bibliografía

Artigue, M. (1995). *La Enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos*.

García J. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37 (1), 29-42.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010) *Metodología de la Investigación*, Ed. Mc Graw Hill, México D.F.

Hernández, R. (2010). *Fundamentos de la metodología de la investigación*. España: Mc. Graw-Hill.

Johnson, D., Johnson, R. & Houlobec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Latorre, A. (2005) *La investigación – acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Graó. Barcelona, España.

Ocampo, J., Martínez, M., De las Fuentes M. & Zatarain, J. (2010). *Reprobación y Deserción en la Facultad de Ingeniería Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California*. Mexicali, B. C., México.