



Universidad Veracruzana

Innovación Educativa

**Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica de
las matemáticas en ingeniería: Experiencias docentes
Región Xalapa**



ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL Y SISTÉMICO DEL ABP EN LA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE CÁLCULO DE UNA VARIABLE

Rabindranarth Romero-López
Facultad de Ingeniería Civil, Xalapa



Descripción de la intervención

Esta investigación es un estudio comparativo derivado del análisis de un instrumento de evaluación sobre el concepto de función aplicado a dos grupos de estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil, con uno de ellos se implementó una secuencia didáctica basada en resolución de problemas como estrategia de enseñanza-aprendizaje y con el otro grupo se realizó la enseñanza tradicional en el aula. El objetivo de este estudio es implementar la secuencia didáctica de Ávila (2015) y comparar mediante un instrumento de evaluación la proporción de estudiantes aprobados y que contestaron correctamente los criterios evaluados, así como los errores y estrategias heurísticas emergentes, en las respuestas de estudiantes de ingeniería de un grupo experimental con los de un grupo control. Un resultado muestra diferencias significativas en la proporción de estudiantes aprobados, que conlleva a identificar los errores y las estrategias heurísticas emergentes con respecto a las cuatro representaciones del concepto consideradas en el instrumento. En tres de estas cuatro representaciones se encontraron diferencias significativas en la proporción de estudiantes que contestaron correctamente a los criterios analizados en cada representación. Estas desigualdades favorecieron al grupo con el que se implementó la secuencia didáctica, pues con el instrumento se identificó un mayor uso de estrategias heurísticas, mientras en el otro grupo se identificó el uso de sólo dos de estas estrategias.

Resultados

La población de estudio está compuesta por estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil de la Universidad Veracruzana del periodo agosto-noviembre 2017, inscritos en el curso de Cálculo de una variable. Este curso se encuentra dentro del área de formación disciplinar y el concepto de función es uno de los saberes teóricos a enseñar en el programa de estudios. El diseño de la investigación dio lugar a la necesidad de seleccionar dos grupos de estudiantes inscritos en ese periodo y que cursan la misma asignatura, un “Grupo Experimental (GE)” y “Grupo Control (GC)”. La

selección de ambos grupos formó parte de los procesos de innovación en la enseñanza por parte de la Universidad Veracruzana.

El GE tiene una población de estudio de 45 estudiantes en turno matutino, en el cual se implementa la secuencia didáctica del concepto de función diseñada por Ávila (2015) mediante el uso de la RP como estrategia didáctica. Al término de la implementación se aplica un instrumento de evaluación a los 45 estudiantes para analizar los errores y las estrategias heurísticas emergentes en la evaluación. Por su parte el GC tiene 31 estudiantes, al cual únicamente se le aplica la misma evaluación que realiza el GE.

El desarrollo de esta investigación se realiza en dos etapas, la primera consiste en la aplicación de la secuencia didáctica al GE. La segunda en la comparación cuantitativa y cualitativa derivada del análisis de las respuestas del instrumento de evaluación de ambos grupos (GE y GC).

Primera etapa

Se implementa en el GE la secuencia didáctica del concepto de función diseñada y validada en Ávila (2015) bajo la orientación del monitor y la RP como estrategia didáctica durante dos semanas, de la siguiente manera de acuerdo a los autores Arcavi (1998), Restrepo (2005), Santos (2007) y Vila y Callejo (2009):

1. Se explica a los estudiantes la forma de organizarse para llevar a cabo la intervención con RP como estrategia didáctica y los roles que tomarán tanto ellos como el profesor.
2. Presentar el problema.
3. Se integra a los estudiantes en grupos pequeños de trabajo buscando que analicen el problema, intercambien puntos de vista y lo resuelvan colaborativamente. Permitiendo que planteen sus propios caminos de solución y proporcionarles ayuda sólo cuando ésta sea necesaria.
4. Cuando todos los equipos terminan el problema planteado, realizan presentaciones de los diferentes caminos de solución, por ejemplo, modelar la solución de un problema ilustrando una heurística en particular.
5. Después de las presentaciones, el profesor promueve una discusión colectiva de la clase para contrastar argumentos o resumir la experiencia alcanzada al tratar el problema.
6. Trabajo individual extraclase.

Mientras que en el GC el profesor enseña el concepto de función como lo ha hecho en su experiencia docente, sin el uso de alguna estrategia didáctica en específico.

Segunda etapa

Se realizó el instrumento de evaluación del concepto de función para aplicarse a ambos grupos (GE y GC). Los problemas de este instrumento fueron extraídas del libro "Cálculo diferencial: Un enfoque constructivista para el desarrollo de competencias mediante la reflexión y la interacción" (Galván, D. A., Cinefuegos, D. E., Romero J. J., Fabela, M., Elizondo, I. C., Rodríguez y A. M, Rincón, E. G, 2011). Este libro fue creado en el Tecnológico de Monterrey como una propuesta innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, en donde utilizan la estrategia de cuestionamientos al estudiante para promover su participación y la interacción entre ellos.

El instrumento se estructuró con 13 problemas distribuidos de acuerdo a cuatro representaciones del concepto: por medio de tablas no contextualizadas (R1), de

enunciados contextualizados (R2), gráficas no contextualizadas (R3) y gráficas contextualizadas (R4). Cada representación evalúa algunos de los siguientes criterios: identificar una función (F), identificar las variables dependiente e independiente (VDI), determinar el dominio y rango (DR) e interpretar una gráfica (IG); donde cada criterio, de acuerdo al tipo de respuesta del estudiante se le asigna el puntaje: correcta (1/2), incorrecta (0) o nada (0). Se reunió la información para su procesamiento en una base de datos y se trasladó a paquetes estadísticos, para hacer el análisis correspondiente.

Resultados

Los resultados son los siguientes:

TABLA DE CONTINGENCIA GRUPO *
REPROBADO

Recuento

		REPROBADO		Total
		NO	SI	
GRUPO	GC	13 _a	18 _b	31
	GE	43 _a	2 _b	45
Total		56	20	76

la estrategia heurística que emplea en su mayoría el GE son diagramas de relación (ver Imagen 1) y debido a que las tablas fueron expresadas de forma horizontal, la mayoría de los estudiantes tomaron como dominio los elementos de la primera fila y como rango los de la segunda, sin embargo algunos usaron la estrategia heurística de cambiar de orden el dominio y rango para determinar si con este cambio la tabla representaba una función (ver Imagen 2); el uso de diagramas fue una de las representaciones promovidas en la secuencia didáctica.

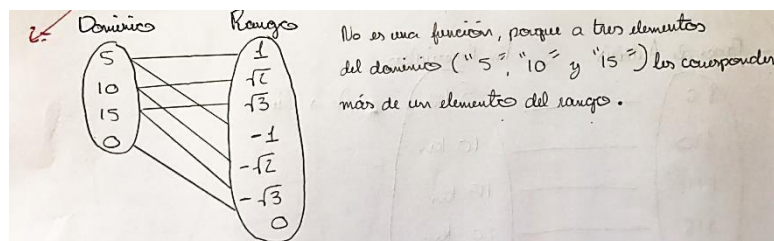


Imagen 1. Uso de la estrategia heurística diagrama de relación

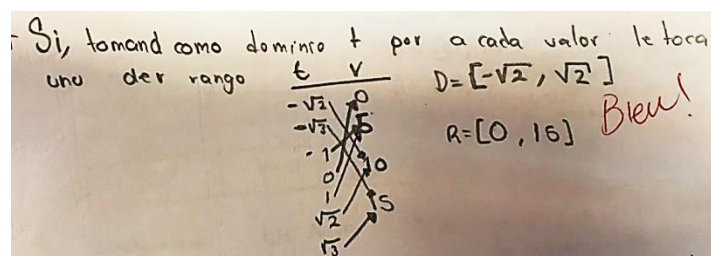


Imagen 2. Estrategia heurística cambiar de orden el dominio y rango

Conclusiones

La investigación tenía como propósito comparar las estrategias heurísticas emergentes con un instrumento de evaluación sobre el concepto de función en un GC y un GE. Esta comparación mostró que los estudiantes de ingeniería poseen ciertos conocimientos y estrategias de resolución de problemas derivado de su formación previa, por lo que se deberían diseñar actividades que promuevan el uso y desarrollo de nuevas estrategias para la resolución de problemas que los lleven a adquirir un nuevo conocimiento en el nivel superior.

En este sentido, la investigación muestra que los estudiantes expuestos bajo un enfoque en el cual se promueve el uso de estrategias heurísticas, mediante la secuencia didáctica (propuesta por Ávila, 2015) tienen más herramientas para avanzar en la resolución de problemas y transitar en diferentes representaciones del concepto de función, que contribuye a solventar esta dificultad encontrada por Guzmán (1998), Hitt (1998), Elia y Spyrou (2006), y Gagatsis, Elia y Mousoulides (2006). Además, aventajan al GC en la proporción de respuestas que no dejan sin contestar, pues la RP promueve que los estudiantes intenten encontrar una solución con el empleo de alguna estrategia (Vila y Callejo, 2009).

La dificultad que prevaleció en ambos grupos fue la representación de una función en gráficas no contextualizadas con respecto a su interpretación, una manera de solventarla puede ser agregando más problemas de este tipo a la secuencia didáctica. Con respecto a la interpretación gráfica no hubo diferencias en ambos grupos por lo que es posible concluir que la intervención no tuvo el impacto esperado en el...

En general, la enseñanza con el enfoque en RP mostró ser eficaz en el aprendizaje de estrategias heurísticas, acorde a los resultados de Eisenmann et al. (2015), Palacios y Solarte (2013) y Rodríguez y Parraguez (2014).

Evidencias



CONCURSO DE PARACAÍDAS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, XALAPA

Guillermo Fox Rivera
Facultad de Ingeniería Civil, Xalapa



Descripción de la intervención

Esta actividad se realizó a partir de la EE Física, en la Facultad de Ingeniería Civil, en dos secciones. Están nombrados como aula 19 y aula 47. Cada aula formó equipos para competir entre sí.

La actividad se realizó antes de entrar al tema de Leyes de Newton, en el cual se considera el estudio de las fuerzas. En este caso, lo que los estudiantes deberían deducir es el concepto de acción y reacción (tercera Ley de Newton).

El único planteo que se hizo es que deberían elaborar en equipos un paracaídas que durara el mayor tiempo posible en el aire. El objeto que debería llevar a cuestras era el mismo: una pelota de esponja de tamaño mediano. Los materiales, las dimensiones o las diferentes partes que deberían investigar, quedaron a su propia elección.

No se les explicó nada de teoría hasta después de que se efectuó la actividad. Es entonces cuando empezaron a descifrar lo que habían intuido mediante sus pruebas de ensayo y error.

Previo al evento, se les entregaron las reglas de operación y de la competencia. Se les pidió que por equipo realizaran un cartel alusivo al evento, que sirviera de invitación a la comunidad.

Comunicación universitaria realizó un pequeño video que se puede reproducir en la siguiente página:

<https://www.facebook.com/RadioUV/videos/1574901655937165/>

Resultados

En total, se realizó esta actividad con aproximadamente 80 estudiantes (47 del aula 19 y 37 del aula 47). Además de las actividades que se reportan ahora, realizaron diferentes acciones que permitieron integrar una calificación aprobatoria para la totalidad de ellos.

Las estrategias adicionales incluyeron:

- Prácticas de campo en diferentes etapas del curso.
- Reportes de actividades.
- Realización de una bitácora semestral.
- Autoreflexión.

- Autoevaluación.
- Exámenes individuales.
- Exámenes en pareja.
- Problemas de aprendizaje lateral.

La actividad se implementó a lo largo de tres semanas en las que las diferentes etapas se fueron asesorando según sus necesidades, pero sin perder la esencia de que era una solución de problemas, sin demasiada información.

Reporte de los resultados de la coevaluación de los equipos

Los estudiantes formaron equipos en cada aula y debieron realizar varias actividades para integrar su proyecto:

1. Investigación del problema.
2. Elaboración de prototipos.
3. Creación y colocación de un cartel alusivo al evento
4. Reporte colectivo. Éste debía incluir: un reporte cronológico, reporte fotográfico del proceso de elaboración del prototipo. Conclusiones personales y colectivas.
5. Reflexión personal (incluyo un ejemplo en el siguiente apartado)

Comentarios de los estudiantes

Al final, cada estudiante envió una reflexión personal sobre los resultados de lo aprendido en este proceso. Una de las que me han parecido mejores es la de un estudiante, Luis Fernando Loaiza, de quien transcribo:

El concepto de aprendizaje basado en problemas no lo tenía claro, siempre estuve acostumbrado a hacer las cosas siguiendo algún tipo de instrucciones previas o método. El concepto estuvo muy bien plasmado en la actividad porque se vio incentivado por el ánimo de competir entre nosotros, lo que nos llevó a querer hacer las cosas bien.

Una práctica que se veía sencilla, en lo personal creí que no era nada complicado elaborar un paracaídas, ya que desde antes a manera de juego lo había hecho. A medida que planteábamos un objetivo se fue complicando, dejó de ser tan fácil como parecía, si antes lo hacía por juego ahora sería por ganar algo y no podía tomarlo tan a la ligera. Lograr que la pelota permaneciera el mayor tiempo posible en el aire siempre nos llevó a preguntarnos ¿Por qué pasa?, ¿Cómo lograr que permanezca en el aire por más tiempo?, ¿Qué necesitamos?, ¿Cómo emplear lo que tenemos para lograrlo?

El conocimiento todo el tiempo está frente a nosotros pero se necesita que surja un problema que solucionar para comenzar a buscarlo y en este caso quizá de una manera no formal pero que a final de cuentas refleja lo que se ha hecho desde siempre, generar el aprendizaje por medio de la prueba y error. Previamente a la competencia con la prueba y error pudimos darnos cuenta de que es lo que se estaba saliendo mal para poder corregirlo. Así podíamos decir que es lo que se debía cambiar y planteábamos pequeñas hipótesis de lo que probablemente pasaría si sustituíamos algún material, modificábamos las dimensiones, la geometría del paracaídas, etc.

Considero que este es un excelente ejemplo de lo que los estudiantes percibieron en la actividad. Algunos comentarios adicionales se refirieron a lo divertido que les resultó trabajar en este esquema y la propia actividad.

Conclusiones

Me agradó aprender al lado de los estudiantes (yo, como participante del diplomado), especialmente a través de las dudas que se generaban en su proceso de desarrollo del prototipo

Considero que, en general, funcionó muy bien pues a los estudiantes de una carrera como ingeniería civil les es necesario aprender a resolver de manera adecuada e inmediata los retos propios de esta profesión. Ellos mismos, expresaron que debieron en algún momento plantear varias propuestas que les dieran la respuesta adecuada. Aprendieron a trabajar en equipo (una capacidad necesaria en esta profesión), a escuchar y a valorar las opiniones de sus compañeros y a reflexionar de manera positiva sobre sus resultados.

Uno de los retos que se pudieron vencer es el que se pudiera trabajar a partir de temas de física, cuando la propuesta inicial era en matemáticas. Me parece que es válido para determinados temas, aunque es importante que sea en subtemas que se puedan dar de un día para otro ya que en esta ocasión, para dar tiempo a la experimentación adecuada, se tomaron aproximadamente tres semanas, lo cual impidió avanzar en la secuencia normal del curso.

Evidencias



DISEÑO DE PISTA DE CARRERA MEDIANTE ABP

Francisco Javier Portilla Hernández
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
Facultad de Ingeniería Civil,
Facultad de Ciencias Químicas, Xalapa

Descripción de la intervención

La intervención se realizó en un grupo de la EE de dinámica a partir de la segunda semana de octubre y hasta el final del curso, obteniendo como resultado final un prototipo. Este último con la finalidad de desarrollar su creatividad.

Problema:

El Problema consiste en realizar una pista de carreras en la que se nos imponían los siguientes retos:

- La pista debía tener 3 radios de giro dentro de la longitud de esta.
- La velocidad final a la que debe llegar es $v=0$ m/s.
- El automóvil debe de permanecer en todo momento en contacto con la pista.

Se organizaron en equipos de 5 estudiantes para trabajar de esa fecha hasta el final del curso.

Resultados

Se aplicó a 38 estudiantes del programa educativo de Ingeniería Civil, que trabajaron a lo largo de 6 semanas en el desarrollo del problema para obtener como producto final un proyecto integrador.

Obteniendo como resultado un 75 % de alumnos que acreditaron la Experiencia Educativa en carácter de ordinario, el 20 % en carácter de Extraordinario y un 5% que acreditaron la EE.

Primera Estrategia, consistió en resolución de problemas similares a lo que se solicitaba discutiéndolos en clase, creando un ambiente de discusión de resultados.

Segunda estrategia debido que cada equipo proponía el tipo de pista que desarrollaría, ellos mismo crean sus propias preguntas del problema proponiendo un criterio propio para diseñar y consolidar sus ideas.

Comentarios:

- Con la realización del proyecto, pudimos plantear varios principios y leyes que se aplican en la mecánica de la vida cotidiana, un claro ejemplo podría ser una montaña rusa, ya que nuestro proyecto, combinando la masa, gravedad, aceleración y velocidad aplicándolos a un radio de curvatura y altura, nos da un deslizamiento de cuerpo sin necesidad de aplicar una fuerza vectorial de empuje, ya que solo trabaja con la gravedad y la masa del cuerpo desplazado.

Con los conocimientos aprendidos en clases se pudo desarrollar el proyecto y haciendo así que desarrollemos nuestras habilidades y que los conocimientos sean prácticos para poder aplicarlos en un proyecto, y poder ejemplificar todo en un solo trabajo.

- En nuestro proyecto nos dimos cuenta de la importancia de la experiencia educativa de “Dinámica” en nuestro campo de ingeniería civil, ya que tener los conocimientos de la materia nos brinda herramientas para solucionar problemas que tengan que ver con el diseño de un camino para satisfacer las necesidades de la población.

*Comentarios extraídos de los trabajos escritos de los alumnos

Conclusiones

Los resultados obtenidos como la implementación del ABP a la EE de dinámica son favorables, después de haber implementado la actividad con RP como estrategia didáctica espero que los estudiantes realmente sean capaces de aplicar los conocimientos obtenidos en esta EE en las siguientes experiencias educativas de su programa educativo.

Evidencias



CÁLCULO DE UNA VARIABLE

Roberto Cruz Capitaine
Martha Edith Morales Martínez
Jesús Antonio Camarillo Montero
Jenny Emmanuelle Hernández Zavala.
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Xalapa.



Descripción de la intervención

El 14 de septiembre del año 2017, se procedió a implementar la primera actividad del diplomado en Cálculo de Una Variable, al grupo de primer semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica turno vespertino (sección 3).

La actividad tuvo una duración de una hora, donde se les dio las instrucciones previas y entrego el problema fotocopiado (anexo A) junto con unas hojas en limpio para su procedimiento, no se ofreció ninguna asesoría extra o adicional al problema, el motivo; motivar el desarrollo matemático, así como las aptitudes y actitudes del estudiante.

Dentro de las instrucciones previas que se dieron a los estudiantes figuran las siguientes:

- a. Integración de equipos con un máximo cuatro integrantes.
- b. Leer bien el problema.
- c. No existen restricciones.
- d. No afecta nada en su calificación, solo es una aportación a su etapa de conocimiento. (Para no generar tensión en el alumno).
- e. Se tiene la libertad de hacerlo gráfico, matemático, simbólico o narrativo.
- f. Dar conclusiones al ser un problema real de cálculo de una variable relativo a una afección a la salud humana y del reino animal.

Observaciones durante la implementación:

Los alumnos participaron activamente, en forma espontánea empezaron con lluvias de ideas y ante la tranquilidad de que no repercutía en su calificación, mostraron mayor seguridad y pudieron dar ideas sin temor a equivocarse.

Al término de dicha actividad se preguntó al grupo, de la complejidad del problema y la gran mayoría expuso que era un tanto difícil, y sobre todo que al ser real implicaba un mayor conocimiento del bifenil policlorado y sus repercusiones (es decir necesitaban mayor información del contaminante).

Esto último en cierta medida propicia la investigación y curiosidad del estudiante, por lo que se ve motivado; por otro lado se tendrá que replantear el problema ahora con derivadas, para que con este nuevo artificio matemático los alumnos estén en una posición ventajosa y logren dar conclusiones con contundencia y reales.

Las rubricas que se usaron se muestran en los anexos B (rubrica para medir la capacidad de solución del problema a nivel técnico) y C (rubrica para medir el trabajo colaborativo).

Conclusiones

La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas ABP, se ha mostrado muy eficaz a la hora de motivar al alumnado, el involucramiento del alumno infiere un reto y a su vez un juego, otra conclusión a la que se ha llegado es al poder que tiene el ABP para conseguir que los conocimientos adquiridos se recuerden, ello a través de la aplicación del mismo examen y un periodo de maduración.

Es cierto que requiere un esfuerzo extra por parte del profesor para preparar una metodología de ABP y llevarlo a cabo, pero lo cierto es que sus ventajas son considerables.

Evidencia



Mtro. Roberto Cruz Capitaine (derecha) y el Mtro. Jesús Antonio Camarillo Montero (izquierda)
Iniciando actividades



Mtro. Jesús Antonio Camarillo Montero entregando el instrumento de ABP



Alumnos en espera de entrega del documento.

Anexo

¿Cómo cuantificamos el cambio?

El cambio es una constante de todo nuestro entorno, las ciudades, la contaminación, los precios, la deforestación, el hombre mismo, todo está sujeto a la dinámica transformación física.

Pero como le damos sentido a esos cambios, que significan, y sobre todo como podemos trabajar en ellos.

El BPC (Bifenil Policlorado), son un grupo de compuestos químicos orgánicos que pueden causar un sin número de efectos adversos a la salud, Un estudio de la Administración de Drogas y Alimentos de EE. UU., en el año 1991 estimó que la ingesta de BPC's a través de la dieta en niños de 6 a 11 meses de edad era menor de $0.001 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$, y aproximadamente $0.002 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ en niños de 2 años de edad.

La tabla muestra la concentración de BPC en partes por millón (ppm) en la sangre y el peso en niños de 2 años.

Concentración de BCP (ppm)	87	147	204	289	356	452
Peso promedio en Kg.	12.9	12.7	11.8	11.3	10.5	9.3

¿Cómo cambia el peso a medida que cambia la concentración de BPC de 87 a 452 ppm?

¿Cuál es la correspondencia que guarda BPC y el peso en los niños de 2 años?

¿De cuántas maneras diferentes puedes representar el fenómeno?

Se instrumentó una segunda actividad que difiere de la primera y la cual consistió de la siguiente manera.

DIPLOMADO EN ABP. ACTIVIDAD PROPUESTA PARA LA E.E. ECUACIONES DIFERENCIALES

Objetivo:

Dados los conceptos físicos básicos y necesarios para sistemas de 1er orden y orden superior, el estudiante debe de ser capaz de general el modelo matemático y resolver la ecuación diferencial resultante.

Planteamiento de la actividad:

1. Se conformaron grupos de trabajo de 4 a 5 integrantes.
2. Tres equipos de cada Programa Educativo tenían que realizar una investigación sobre las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales a su carrera y elegir 1 problema para que los compañeros realizaran a manera de participación. Los temas se dividieron en 3 macro grupos:
 - a. Ecuaciones diferenciales de primer orden
 - b. Ecuaciones diferenciales de orden superior por el método de coeficientes indeterminados
 - c. Ecuaciones diferenciales de orden superior por el método de Transformada.
3. Cada grupo preparo el tema por aproximadamente un mes con revisiones semanales para verificar avances y complejidad de los problemas.
4. Se realizó una presentación de cada uno de los temas que tomaba aproximadamente 30 min.
5. Al finalizar se planteaba la problemática y se pedían a los compañeros que sentadas las bases físicas obtuvieran un modelo matemático y resolvieran el problema planteado.
6. Los estudiantes expositores fungieron el rol de facilitadores en cada uno de los otros equipos de trabajo, auxiliando en los planteamientos de los problemas siempre con preguntas para exigirle a los estudiantes que obtuviesen por ellos mismos el razonamiento y solución del problema planteado.
7. Como evidencia los equipos que expusieron entregaron un trabajo escrito y los que realizaban la actividad de aplicación entregaron una hoja por equipo con la resolución del problema planteado.

Situaciones:

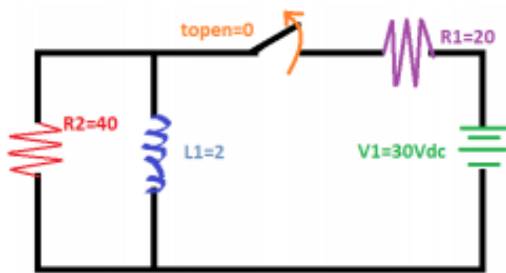
Grupo de Ingeniería Mecánica:

- a) Una pequeña barra de metal cuya temperatura es de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, se deja caer en un recipiente de agua hirviendo. Sabiendo que su temperatura aumentó $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un segundo
 - i) Calcular la función que nos proporciona la temperatura del cuerpo en cada instante t .

- b) Calcular el tiempo que tarda la barra en alcanzar 90°C .
- c) Calcular el tiempo que tarda la barra en alcanzar 98°C
- ✚ Sistema masa resorte: Una masa que pesa 32 lb se encuentra sujeta al extremo de un resorte ligero que se estira 1 ft cuando se aplica una fuerza de 4 lb. Si la masa se encuentra en reposo en su posición de equilibrio cuando $t=0$, y si en ese instante aplicamos una fuerza $f(t)=\cos 2t$ que cesa abruptamente en $t=2\pi$ s. Determinar la función de posición de la masa en cualquier instante cuando se le permite a la masa continuar su movimiento sin interrupciones.
- El problema anterior puede resolverse tanto usando Transformada de Laplace como Coeficientes Indeterminados.
- ✚ Se encontró experimentalmente que una pesa de 6 lb estira un resorte 6 in. Si la pesa se jala 4 in por debajo de la posición de equilibrio y se suelta:
- Establezca una ecuación diferencial que describa el movimiento.
 - Encuentre la posición de la pesa en todo momento.
 - Encuentre la posición, la velocidad y la aceleración de la pesa a los 0.5 s de ser soltada.

Grupo de Ingeniería Eléctrica:

- ✚ Dado el siguiente circuito, obtenga mediante la aplicación de las Leyes de Ohm y Kirchoff, la ecuación diferencial que describe la corriente en todo momento.



De este análisis obtenemos una ecuación diferencial de primer orden que se resuelve por el método de variables separables.

Fotografías durante el proceso de la segunda actividad.



(De izquierda a derecha) Dra. Martha Edith Morales Martínez, Fis. Jenny Emmanuelle Hernández Zavala y Mtro. Jesús A. Camarillo Montero (observando el proceso de la aplicación del ABP)



(De izquierda a derecha) Dra. Martha Edith Morales Martínez, Mtro. Roberto Cruz Capitaine y al fondo Fis. Jenny Emmanuelle Hernández Zavala revisando el proceso.

APB EN EE DE ÁLGEBRA

Yuliana Esmeralda Morales Rosado - *Facultad de Ciencias Químicas,*
Víctor Fernández Rosales - *Facultad de Ciencias Químicas,*
Hugo Ponce Flores - *Facultad de Ciencias Químicas, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Xalapa.*



Descripción de la intervención

La implementación de ABP se realizó en el programa educativo de Ingeniería Eléctrica en la EE de Álgebra, la cual es una EE de iniciación a la disciplina y se encuentra dentro del tronco común interingenierías.

El tema que se eligió para trabajar con ABP fue el de sistemas de ecuaciones lineales, de dos variables y de varias variables, las razones para elegir estos temas son: debido a que es de los temas con aplicaciones directas, así como uno de los temas trascendentes, ya que se vuelve a retomar en muchas otras experiencias educativas a lo largo del programa educativo.

Para lo cual revisamos algunos problemas de la literatura y los resolvimos, una vez resueltos analizamos cuales problemas se podían ajustar a ABP y qué tipo de situaciones tenían los problemas para mostrar a los estudiantes, en este tema particular las situaciones más importantes son: una única solución, soluciones infinitas o ninguna solución.

La implementación se realizó con la sección 4 del grupo de nuevo ingreso de Ingeniería Eléctrica, para los cual se les dio la instrucción de conformar equipos de 5 integrantes y agruparse para trabajar, los problemas se fueron proyectando en la pantalla del frente a manera de que todos los equipos pudieran ver el problema y analizarlo. La idea era que al interior de cada equipo se dividieran trabajo y diversos roles para llegar a la solución y exponerlo.

Resultados

Los días en que se implementó la actividad coincidió con los días con menor asistencia, en promedio se presentaron 35 alumnos de los 44 que integran el grupo completo.

En la primera intervención se dedicó un tiempo de 3 días, durante los primeros dos días se resolvieron dos de los tres problemas diseñados y durante el último día se dedicó al cierre de la actividad.

Para la segunda intervención, se dedicaron 4 días, los estudiantes demoraron tres días en resolver un solo problema de los 4 que habíamos diseñado, el cuarto día se revisó la

solución del problema mediante el uso de métodos computacionales y el cierre de la actividad.

Evaluación cuantitativa

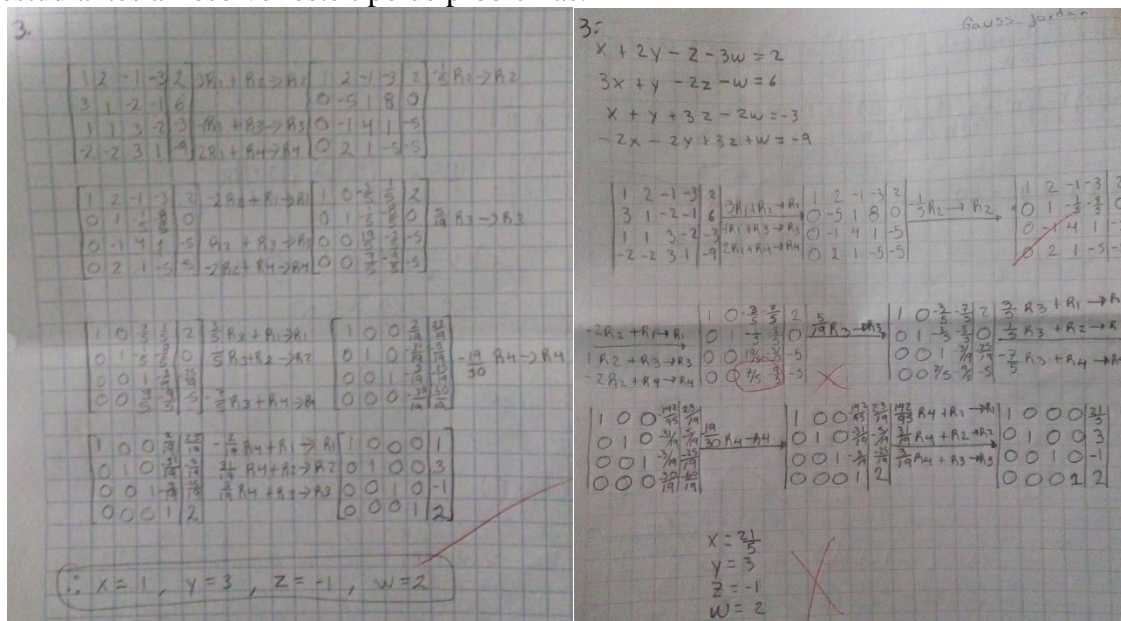
El tema corresponde al segundo bloque por lo que en la evaluación previa corresponde al primer parcial, las intervenciones con ABP se realizaron y se evaluaron con el segundo parcial y se incluye el porcentaje final de alumnos aprobados y alumnos reprobados, tal y como se aprecian en la tabla.

Evaluación	1° Parcial	2° Parcial	Final
Aprobados	57%	50%	55%
Reprobados	43%	50%	45%

Vale la pena señalar que en el segundo bloque contiene los temas más complicados, que corresponde a los métodos de solución de sistemas de ecuaciones y álgebra de matrices por lo que es natural que el porcentaje de reprobados aumente.

Evaluación Cualitativa

El error más frecuente de los estudiantes es su falta de atención y concentración al momento de resolver el examen, como se puede ver en las imágenes, los estudiantes tienen idea claro el procedimiento, pero no son cuidadosos lo cual les impide llegar a la solución final correcta. En la figura a se muestra un ejercicio resuelto correctamente, mientras que en las figuras b y c se muestran los errores comunes que cometen los estudiantes al resolver este tipo de problemas.



(a)

(b)

$$\begin{aligned}
 x + 2y - 2z - 3w &= 2 \\
 3x + y - 2z - w &= 6 \\
 x + y + 3z - 2w &= -3 \\
 2x - 2y + 3z + w &= -9
 \end{aligned}$$

Elim. Gaussiana

$ \begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 & -3 & 2 \\ 3 & 1 & -2 & -1 & 6 \\ 1 & 1 & 3 & -2 & -3 \\ -2 & -2 & 3 & 1 & -9 \end{bmatrix} $	$ \begin{array}{l} -3R_1 + R_2 \rightarrow R_2 \\ 2R_1 + R_3 \rightarrow R_3 \\ -R_1 + R_4 \rightarrow R_4 \end{array} $	$ \begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 & -3 & 2 \\ 0 & -5 & 1 & 8 & 0 \\ 0 & -1 & 4 & 1 & -5 \\ 0 & 2 & 1 & 5 & -5 \end{bmatrix} $
$ \begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 & -3 & 2 \\ 0 & 1 & -4 & -1 & 5 \\ 0 & -5 & 1 & 8 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 5 & -5 \end{bmatrix} $	$ \begin{array}{l} 5R_2 + R_3 \rightarrow R_3 \\ -2R_2 + R_4 \rightarrow R_4 \end{array} $	$ \begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 & -3 & 2 \\ 0 & 1 & -4 & -1 & 5 \\ 0 & 0 & -19 & 3 & 25 \\ 0 & 0 & 9 & 7 & -5 \end{bmatrix} $

(c)

Coevaluación de los equipos y rúbrica

Se aplicaron una coevaluación y una rúbrica al finalizar cada implementación de ABP. Para la primera implementación la rúbrica indica que todos los equipos lograron los objetivos con los problemas planteados al grupo, con un promedio de 23/27 puntos, cabe señalar que solo se resolvieron dos de los tres problemas planteado originalmente. Respecto a la coevaluación, la mayoría de los estudiantes aseguraron que lograron el objetivo con una puntuación promedio de 16/18 puntos.

Para la segunda intervención todos los equipos lograron los objetivos del problema planteado, con un promedio de 25/27 puntos, aquí cabe señalar que se resolvió un solo problema el cual tardaron tres sesiones en resolverlo adecuadamente todos los equipos, sin embargo, originalmente se habían planteado tres problemas. Respecto a la coevaluación, la mayoría de los estudiantes dijo haber logrado un buen desempeño en la actividad con un promedio de 19/21 puntos.

Comentarios de los estudiantes

Respecto a la coevaluación, de la primera implementación, vale la pena destacar que los estudiantes no dividieron la actividad en roles al interior de los equipos, sino que todos los integrantes trataron de hacer todos los roles, respecto a los comentarios que expresaron los estudiantes en la coevaluación destaca la falta de coordinación dentro de los equipos para plantear los sistemas de ecuaciones y ellos mismos señalaron la falta de división del trabajo.

Entre los comentarios, de la segunda implementación destaca la falta de comprensión del texto y el no haber seguido las instrucciones planteadas para resolver el problema, en este caso el principal problema del grupo fue no leer ni seguir las instrucciones que planteaba el problema, sino tratar de resolver directamente las ecuaciones sin haberlas analizado previamente.

Conclusiones

Estuvo muy bien el abordar problemas prácticos, de esta manera los estudiantes lograron ver la profundidad del tema y la pertinencia del tema en futuras experiencias educativas, hizo falta tiempo para que los estudiantes pudieran analizar cada situación y deducir por si mismos las implicaciones de las soluciones en cada problema. Sin embargo, el temario del curso es muy amplio para dedicar más de una semana a cada intervención, nuestra idea original fue dedicar tres horas para cada intervención, pero en

promedio se requieren dos horas para cada problema, es decir unas 5 horas por intervención.

Entre las expectativas estaba que los estudiantes agudizaran la lectura de instrucciones en los siguientes temas y en la evaluación, pero la mayoría de los estudiantes tomaron ABP como un evento aislado sin mucha relevancia durante el curso. Otra expectativa es que los estudiantes observaran que el contexto del problema es más importante que la solución mismo de manera que advirtieran que no existen fórmulas absolutas ni resultados iguales, pero en los subsecuentes temas los estudiantes seguían buscando fórmulas generales e interpretaciones únicas.

Evidencias

