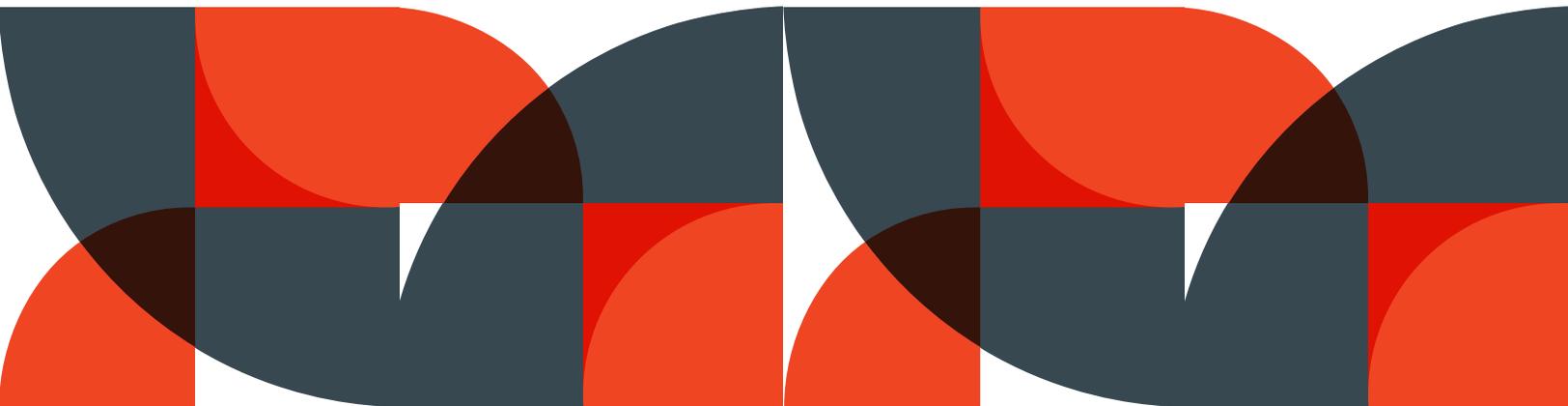


Resolución colaborativa de
problemas de Estática

María José Rodríguez Roblero

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto final de curso
Didáctica Universitaria



RESUMEN

La estrategia didáctica desarrollada en el curso consistió en la solución colaborativa de problemas. Se planteó esta estrategia porque permite fomentar el aprendizaje activo y el desarrollo de las habilidades para el trabajo en equipo y el análisis y resolución de problemas aplicados a la Ingeniería civil.

1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO DIDÁCTICO:

La estrategia didáctica se implementó en el curso *IC-0401 Estática* de la Escuela de Ingeniería civil. El curso de Estática es un curso teórico de cuatro créditos y se encuentra en el cuarto semestre de la malla curricular, la cual consta de un total de diez semestres. Es uno de los cursos clasificados como ciencias de la ingeniería y es fundamental en la carrera, ya que los conceptos estudiados en Estática son el punto de partida para otros conceptos estudiados en los cursos más avanzados. Tiene además la particularidad de ser la transición entre los cursos de servicio de ciencias básicas (Matemáticas, Física y Química) a los cursos propiamente de Ingeniería civil.

Al ser un curso obligatorio los grupos normalmente tienen entre 25 y 30 estudiantes. Generalmente se imparte de forma colegiada entre los grupos de la Sede Rodrigo Facio y la Sede de Liberia, ya que es uno de los cursos de la carrera que se imparten en la sede regional. Normalmente se abren dos grupos en la sede central y un grupo en Liberia. Para todos los grupos el contenido es el mismo y los exámenes (dos exámenes parciales y un examen final) se realizan de forma colegiada.

En el grupo en el que se desarrolló la estrategia didáctica estaban matriculados 30 estudiantes y el horario del curso era los lunes y jueves de 7:00 a.m. a 9:50 a.m. Las clases se impartieron durante todo el semestre de forma presencial en un aula de la Facultad de Ingeniería y por ser un curso teórico la asistencia no es obligatoria. Únicamente es obligatoria la asistencia a las evaluaciones (exámenes cortos, parciales y final) porque se realizan de forma presencial.

Para la definición de la estrategia didáctica es necesario identificar los perfiles de los estudiantes, de forma que la estrategia esté acorde con las características de los estudiantes del curso específico. Los perfiles identificados de los estudiantes son los siguientes:

1. El/la tenaz
2. La/el que le cuesta

3. El/la que no entiende
4. La/el repitente
5. El/la que fácilmente abandona el curso
6. La/el que tiene un don

En el Cuadro 1 se resumen las características de los perfiles identificados de los estudiantes. La estrategia propuesta busca mejorar la habilidad de los estudiantes para analizar y resolver problemas y es de utilidad para todos los estudiantes. Sin embargo, fue dirigida principalmente a los perfiles llamados “el/la tenaz” y “la/el que le cuesta”. Se enfocó en estos estudiantes porque son los que requieren apoyo adicional por parte de la docente y tienen la disposición de realizar el esfuerzo que sea necesario para aprender.

Cuadro 1: Perfiles definidos de los estudiantes

| # | Perfil | Características de los estudiantes |
|---|---------------------|--|
| 1 | El/la tenaz | <ul style="list-style-type: none"> • Asume el curso como un reto o como una necesidad para avanzar en la carrera. Su motivación es aprobar el curso, no la nota. • Se esfuerza lo que sea necesario para aprobar el curso. • Tiene una actitud proactiva, no se limita a lo brindado por el profesor en clase. • Consulta con la persona docente, asistente del curso u otros estudiantes que aprobaron el curso para entender la materia. • Realiza el trabajo extra-clase asignado a tiempo. • Dedicar tiempo desde el inicio del curso a repasar y realizar ejercicios de práctica. • Acostumbra a llevar la materia al día y realizar todo el trabajo que sea asignado a tiempo. • Aprueba el curso con una calificación suficiente o buena. |
| 2 | La/el que le cuesta | <ul style="list-style-type: none"> • Tiene una condición que le impide aprender tan rápido o fácilmente como los demás. Necesita más tiempo de asimilación. • Está enfocado/a en aprender. • El curso le parece difícil y no entiende la materia, pero busca apoyo de la persona docente. |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Es consciente que requiere hacer un esfuerzo adicional a sus compañeros y tiene la disposición de realizarlo. • Aprovecha los recursos disponibles (material de apoyo, horas de consulta) para comprender la materia. • Le es importante la atención extra-clase como medio para solventar sus deficiencias. • Debe explicársele la materia a través de diferentes medios. • Aprueba el curso con una calificación suficiente. |
|--|--|

Cuadro 1: Perfiles definidos de los estudiantes (continuación)

| # | Perfil | • Características de los estudiantes |
|---|--|--|
| 3 | El/la que no entiende | <ul style="list-style-type: none"> • Desde el principio no entiende y el no entender le frustra excesivamente. • No busca consultar con la persona docente, asistente del curso o compañeros. • No puede hacer preguntas porque no sabe qué preguntar. • Considera que el problema es el profesor. • Permanece en el curso, pero considera poco probable aprobarlo y obtiene calificaciones pésimas. |
| 4 | La/el repitente | <ul style="list-style-type: none"> • Conoce parte del contenido del curso, lo que hace que no dedique el tiempo necesario para aprender y se ausenta frecuentemente de las clases porque considera que ya conoce la materia. • No consulta con la persona docente o con los compañeros. • Se enfoca en lo difícil del curso y lo considera como un obstáculo para progresar en la carrera. • Considera que el problema del curso es la persona docente. • Tiene mayor presión por aprobar el curso. |
| 5 | El/la que fácilmente abandona el curso | <ul style="list-style-type: none"> • El curso le parece abrumador e imposible. • Se enfoca en lo difícil del curso y le cuesta ver algo que le ayude a ganarlo. • No entiende la materia y no se atreve a preguntar al docente o a los compañeros. |

| | | |
|---|------------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Falta frecuentemente a clases y no realiza el trabajo extra-clase a tiempo. • Permanece en el curso hasta el primer examen. |
| 6 | El/la que tiene un don | <ul style="list-style-type: none"> • Entiende fácilmente la materia y participa activamente en la clase. • Tiene una actitud proactiva y no se limita al material de la clase. • Piensa que el curso es duro, pero no imposible. • Sabe que es hábil y siente pasión por el objeto de estudio del curso. • Se preocupa por entender, no únicamente aprobar el curso. • Realiza el trabajo extra-clase a tiempo. • Tiene una buena relación con la persona docente. • Aprueba el curso con calificación muy buena o excelente. • Algunas veces ayuda a explicar a los compañeros. |

2. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

2.1 SITUACIÓN DE APRENDIZAJE A RESOLVER

La situación de aprendizaje que se busca abordar con la propuesta didáctica es la *alta repetencia* que tiene el curso. Es frecuente que haya estudiantes que deben matricular el curso dos o tres veces para aprobarlo. También muchos de los estudiantes que aprueban la primera o segunda vez que están matriculados lo hacen con notas apenas suficientes.

La dificultad que se ha identificado que presentan los estudiantes que no consiguen aprobar el curso es que no han desarrollado la capacidad para identificar cuáles de los conceptos estudiados son aplicables en un problema específico y no consiguen presentar la solución en forma lógica y ordenada. Es por este motivo que se propone una estrategia para mejorar la capacidad para analizar la información dada en un problema y estructurar una solución.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

El análisis de problemas es fundamental en la formación de los profesionales en ingeniería y es el principal atributo asignado al curso, según los atributos de egreso definidos para los estudiantes de carrera en el proceso de acreditación. Otra habilidad necesaria en ingeniería es la capacidad para trabajar en equipos. Con el propósito que los estudiantes desarrollen las habilidades de resolución de problemas y a trabajar en equipos se plantea como estrategia didáctica la *resolución colaborativa de problemas*.

La estrategia consiste en la asignación de una serie de problemas de exámenes de semestres anteriores para resolver durante una de las clases. Se seleccionaron problemas de exámenes de semestres anteriores para que los estudiantes practiquen con ejercicios que presentan el mismo nivel de dificultad que los ejercicios con los que serán evaluados. Se prefirió emplear los ejercicios de exámenes, en lugar de ejercicios tomados de los libros de texto, porque los ejercicios de exámenes involucran simultáneamente varios conceptos. Los ejercicios presentados en los libros generalmente requieren que se apliquen los conceptos correspondientes a un capítulo específico, por lo que los estudiantes conocerían de antemano cuáles conceptos están relacionados con el problema. Los ejercicios de los exámenes en cambio integran varios conceptos y requieren que los estudiantes utilicen diferentes conocimientos previos y herramientas matemáticas para su resolución. Se considera que estos ejercicios se asemejan más a lo que será la práctica profesional, en donde se deberá determinar en primer lugar en qué consiste el problema y cuáles herramientas se pueden utilizar para resolverlo. Los ejercicios deben ser resueltos de forma colaborativa en grupos de 3 o 4 estudiantes. Los grupos los formaron los estudiantes y a cada grupo se le asignó un problema diferente para resolver.

En los grupos de trabajo los estudiantes debían leer los problemas, identificar cuáles son los conceptos estudiados que se aplican en el problema específico y listarlos. Para la resolución del problema deben en primer lugar elaborar un diagrama de flujo que muestre el procedimiento que seguirán para obtener las respuestas. Una vez identificado el procedimiento, cada estudiante debía resolver de forma individual el ejercicio y una vez que todos obtienen la solución compararon los resultados. Es por lo detallado anteriormente que el papel asignado al *estudiante es activo* y el de la persona *docente es de guía* en la resolución de los problemas.

Cuando todos los grupos terminaron de resolver los problemas asignados, cada grupo debía explicar a los demás compañeros cómo resolvieron el problema. La docente realizó las aclaraciones de cada problema según se requirieron. Cuando todos los grupos presentaron su trabajo y la docente brindó la retroalimentación a cada grupo, cada persona estudiante debía incluir en la plataforma de Mediación Virtual del curso el ejercicio resuelto. Este ejercicio se consideró en la evaluación del curso dentro del porcentaje asignado al trabajo en clase. Finalmente, para conocer la valoración de los estudiantes de la estrategia se les solicitó su opinión sobre la actividad mediante un cuestionario corto (5 preguntas) que debía contestar a través de la plataforma de Mediación Virtual.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La estrategia didáctica propuesta se basó en dos metodologías de enseñanza: el *aprendizaje basado en problemas* y en el *aprendizaje colaborativo*.

El **aprendizaje basado en problemas (ABP)** se empezó a utilizar en la década de los 60s en Norteamérica en escuelas de medicina [1] [2] [3]. La metodología se propuso para mejorar la formación de los médicos, ya que se constató que los métodos de enseñanza utilizados hasta el momento no preparaban adecuadamente a los profesionales para responder en los entornos clínicos. El trabajo en los entornos clínicos requería de los médicos habilidades para resolver problemas y para fomentar el aprendizaje permanente [3], y estas habilidades no se desarrollan a través de la memorización y el aprendizaje pasivo, que era característico en la formación de la época. El ABP por el contrario favorece el aprendizaje activo, ya que los estudiantes construyen su propio aprendizaje a partir de un problema real.

Si bien el desarrollo de la metodología ABP se dio en el ámbito médico, en la actualidad se aplica en diferentes disciplinas y niveles de enseñanza [3]. El uso de la metodología ABP tiene como ventaja que puede emplearse en actividades puntuales, para desarrollar un curso o en el planteamiento del currículo completo [1]. La posibilidad de adaptar la metodología en diferentes áreas del conocimiento y contextos ha favorecido que sea una de las metodologías ampliamente utilizadas actualmente en diferentes universidades a nivel mundial [2] y es una de las principales metodologías en la enseñanza en ingeniería [4]. El mismo autor señala que el fundamento del ABP puede encontrarse en el Método dialéctico de Sócrates (guiar a los estudiantes para que descubran la respuesta por ellos mismos) y en los postulados de Jean Piaget sobre aprender haciendo.

De acuerdo con [1] las fases principales del aprendizaje basado en problemas son las siguientes:

1. Planteamiento del problema por parte del docente.
2. Identificación por parte de los estudiantes de las necesidades de aprendizaje para resolver el problema. En esta fase y en la siguiente los estudiantes trabajan en grupos.
3. Búsqueda por parte de los estudiantes de la información que les permita responder a las necesidades de aprendizaje.
4. Sesión conjunta de todos los grupos y el profesor para discutir sobre los resultados o conclusiones desarrollados en los grupos de trabajo.

En la aplicación de la estrategia didáctica se ejecutaron las cuatro fases principales del método de aprendizaje basado en problemas descritas anteriormente. La primera fase de planteamiento correspondió a las actividades iniciales, cuando la docente explicó la actividad y

asignó los problemas por resolver a cada grupo. La segunda fase de identificación de las necesidades de aprendizaje se cumplió en el tiempo en el que los estudiantes analizaron en grupos el problema asignado. La tercera fase correspondió al llenado de la hoja de trabajo por grupo. En la hoja de trabajo se debía indicar cuáles de los temas estudiados en el curso aplicaban en el problema, cuáles eran los datos y resultados buscados y finalmente debían presentar un diagrama de flujo del procedimiento que iban a seguir para resolver el problema. La fase 4 consistió en la sesión conjunta en la que cada grupo explicaba cómo resolvieron en el problema, se aclararon dudas y se realizó la valoración de la actividad mediante un cuestionario. Conforme con la descripción anterior se muestra que se aplicó la metodología ABP de acuerdo con las fases principales señaladas en la literatura sin realizar modificaciones.

En la metodología ABP se trabaja en grupos para obtener la solución por lo que se considera que la estrategia planteada en el curso está también basada en el **aprendizaje colaborativo**, generalmente indicado como **AC**. En la aplicación del AC se trabaja de forma que los estudiantes son responsables de su aprendizaje y el de los demás. De acuerdo con [2], en el AC se fomenta la *cooperación, la responsabilidad, la comunicación, el trabajo en equipo y la autoevaluación*. Todos estos aspectos son fundamentales en el desempeño profesional en el área de ingeniería, ya que generalmente todos los proyectos requerirán el trabajo en equipo.

Existen diferentes técnicas de trabajo colaborativo para la resolución de problemas y de acuerdo con las definiciones presentados en [5] la técnica que se aplicó en la estrategia didáctica es la llamada “*Resolución estructurada de problemas*”. En esta técnica los estudiantes siguen un protocolo establecido para resolver un problema y sirve para que los estudiantes aprendan a analizar y resolver los problemas de forma organizada. Como señalan los autores de uno de los principales libros que se utilizan internacionalmente para la enseñanza de la Estática [6], en la solución de problemas es conveniente utilizar un procedimiento llamado por los autores como SMART (acrónimo en inglés para Strategy, Modeling, Analysis, Reflect and Think). El procedimiento implica que se debe establecer una *estrategia* de solución (identificar los conceptos aplicables, seleccionar de la información dada cuáles son los datos relevantes y qué es lo que se busca), plantear un *modelo* (herramienta matemática que permite realizar los cálculos), realizar el *análisis* (aplicar los principios físicos y matemáticos aplicables en el problema y obtener los resultados numéricos buscados) y finalmente *analizar el resultado* obtenido, para determinar qué indican los resultados y si tienen sentido en el contexto específico.

Se consideró que la aplicación colaborativa de la “*Resolución estructurada de problemas*” puede ser de gran utilidad para atender la dificultad identificada en los estudiantes señalada en la sección 2.1, que es la dificultad para identificar los conceptos aplicables en un problema y el

desarrollo de una solución lógica y ordenada. La capacidad para identificar en un problema los conceptos teóricos aplicables y utilizar las herramientas aprendidas en la solución de problemas es fundamental en la práctica profesional en ingeniería, ya que el trabajo en las diversas áreas consiste en proponer y diseñar soluciones a problemas particulares, tomando en consideración las condiciones impuestas por el proyecto, la aplicación determinada o el sitio específico.

Con la implementación de una estrategia didáctica como el aprendizaje basado en problemas de forma colaborativa se buscó atender la principal situación de aprendizaje a resolver que es la repitencia que se tiene en el curso. El aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo promueven un aprendizaje activo y según demostraron los autores en [7] (a partir del análisis de 225 estudios que comparaban el aprendizaje tradicional y el aprendizaje activo en términos de las notas y porcentajes de fracaso en el curso) el aprendizaje activo mejora el desempeño en los cursos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Además de contribuir a mejorar el desempeño en los cursos, el trabajo colaborativo fomenta el desarrollo de las habilidades de comunicación, responsabilidad y trabajo en equipo, las cuales son fundamentales en el desempeño profesional.

2.4 PLANEAMIENTO DE LA SESIÓN

2.4.1 OBJETIVOS

La estrategia didáctica propuesta está relacionada con el objetivo general del curso, el cual es el siguiente:

"Aplicar los principios de la Estática para formular modelos de análisis, solución e interpretación de problemas simples de ingeniería, relativos a la respuesta de miembros estructurales y sistemas mecánicos sometidos a la acción de fuerzas."

2.4.2 CONTENIDOS

El curso es teórico y los contenidos del curso son de naturaleza conceptual. Los contenidos del programa que se incluyeron directamente en la estrategia didáctica a través de los problemas planteados corresponden a los evaluados en el segundo examen parcial del curso, los cuales son los siguientes:

- Sistemas de fuerzas distribuidas:
 - Fuerza resultante
 - Centroides

- Presión de fluidos
 - Fuerzas internas en elementos estructurales (fuerza axial, fuerza cortante y momento flexionante)
 - Diagramas de fuerzas internas
 - Análisis de cables (cargas puntuales y cargas distribuidas)
 - Fricción (fricción seca, en cuñas y bandas)

En el desarrollo de la solución de todos los problemas los estudiantes deben aplicar adicionalmente otros contenidos que fueron ya evaluados en el primer parcial, pero que forman parte de la solución de cualquier problema:

- Escalares y vectores
- Sistemas de unidades y cifras significativas
- Determinación estática y restricciones
- Equilibrio de partículas
- Equilibrio de cuerpos rígidos
- Planteamiento y resolución de ecuaciones de equilibrio
- Sistemas equivalentes de fuerzas

Además de los contenidos indicados se requiere que los estudiantes utilicen los conocimientos de geometría, cálculo, álgebra lineal y física que han aprendido en el colegio y en los cursos de matemáticas que son requisitos del curso.

2.4.3 OBJETIVO PLANTEADO PARA LA SESIÓN

El curso de Estática es un curso básico para los estudiantes de ingeniería, ya que los conceptos que se desarrollan en el curso se deben continuar aplicando en los cursos de nivel superior para la resolución de problemas y en el diseño de soluciones. A diferencia de los cursos anteriores en la malla curricular que son de ciencias básicas (Cálculo, Álgebra lineal, Química, Física), los problemas que se analizan en el curso están relacionados con las aplicaciones típicas del campo de la Ingeniería civil. En este tipo de problemas se deben integrar diferentes conceptos matemáticos, físicos, conocimiento del comportamiento de los materiales y de las características de los diferentes elementos estructurales. A pesar de que durante las clases se explican los procedimientos para resolver los diferentes tipos de problemas, muchos estudiantes no logran demostrar su habilidad para analizar problemas y presentar una solución lógica. Las principales dificultades identificadas para la resolución de los problemas planteados son las siguientes:

- dificultad para identificar cuáles conceptos teóricos son aplicables en el problema específico,
- dificultad para definir un procedimiento de solución claro que permita responder las preguntas planteadas

Teniendo en consideración que la capacidad de analizar problemas es fundamental y que esta capacidad se desarrolla mediante la práctica se propone como **objetivos para la sesión** los siguientes:

- 1. Identificar en un problema específico cuáles conceptos estudiados en el curso son aplicables.*
- 2. Desarrollar de forma colaborativa el procedimiento de resolución del problema aplicando los conceptos identificados.*

2.4.4 SECUENCIA DIDÁCTICA

Para el desarrollo de la estrategia didáctica se dedicó la clase del día 19 de junio, ya que correspondía a la semana previa a la realización del segundo examen parcial. Se seleccionó esta semana porque para ese momento se había abarcado la mayor parte de los contenidos del curso y los estudiantes requerían aplicarlos en la solución del examen.

En la *Figura 1* se muestra de forma esquemática la secuencia didáctica realizada y a continuación se describen cada una de las fases para concretar la estrategia.

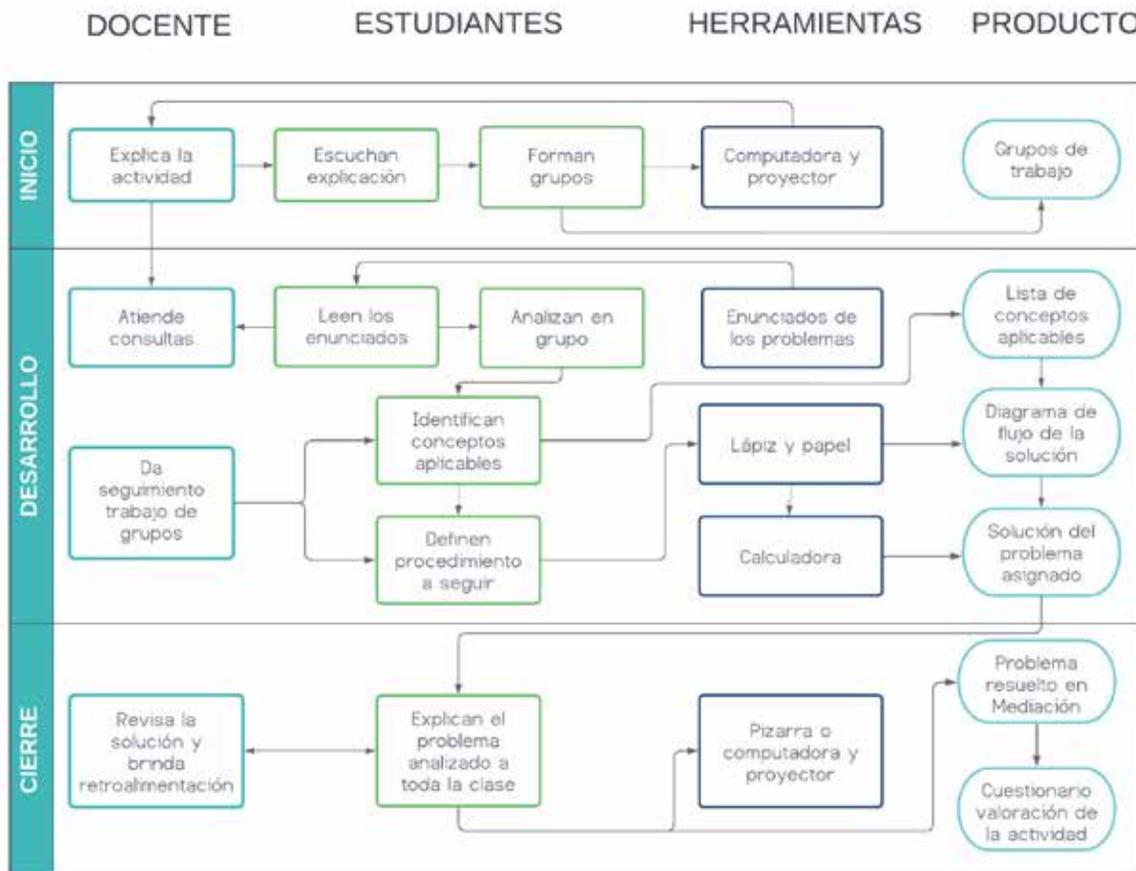


Figura 1. Representación de la secuencia didáctica realizada en el curso de Estática.

Al *inicio* de la clase la docente explicó a los estudiantes en qué consistía la estrategia que se desarrollaría en la clase. Una vez explicada la estrategia los estudiantes formaron grupos de 2 a 4 personas. En esta etapa los estudiantes escucharon la explicación y formaron los grupos de trabajo. El aula en la que se impartía el curso era amplia, por lo que se contó con espacio suficiente para que los diferentes grupos se distribuyeran en el aula y trabajaran de forma independiente.

En la fase de *desarrollo* de la estrategia la docente entregó a cada uno de los grupos un problema diferente que debían analizar. Los estudiantes debían leer el enunciado e identificar entre todos los miembros del grupo cuáles eran los conceptos estudiados en el curso que eran aplicables al problema específico y elaborar una lista. Con el propósito de facilitar la presentación de los resultados de la discusión en los grupos se les solicitó que llenaran la hoja de trabajo que se incluye en el Anexo A (ver Figura 3). En la hoja de trabajo los integrantes del grupo debían incluir:

- la lista de conceptos aplicables en el problema,

- la información del enunciado que identificaban como relevante para la solución del problema,
- los resultados buscados.

Se consideró que el solicitar esta información a través de una hoja de trabajo facilitaría la identificación de la información relevante y también permitiría organizar el proceso de resolución del problema. Cuando ya se habían identificado los conceptos aplicables al problema los estudiantes debían elaborar un diagrama de flujo en el que se mostrara el procedimiento que iban a seguir para resolver el problema. Como muestra del trabajo entregado por los estudiantes en la *Figura 4* (Ver Anexo B) se muestra una de las hojas llenadas por un grupo. El proceso de llenar una única hoja de trabajo por grupo requirió que los estudiantes expusieran y elaboraran sus ideas, buscaran un consenso y estructuraran una estrategia para resolver el problema. Durante esta fase de aplicación la docente participó guiando a cada uno de los grupos respondiendo a las consultas que plantearan los estudiantes.

Una vez que cada grupo estableció el procedimiento de forma colaborativa cada estudiante procedió a resolver manualmente el problema. Las únicas herramientas que se permitieron utilizar para resolver el problema fueron lápiz, papel y calculadora. Cuando todos los miembros del grupo habían resuelto el problema los estudiantes compararon sus respuestas para verificar que obtuvieron los mismos resultados.

Una vez que todos los grupos lograron obtener la solución de los problemas asignados se procedió al *cierre* de la estrategia. En esta fase cada uno de los grupos explicó cómo resolvieron el problema asignado y la docente brindó retroalimentación y aclaró las dudas sobre la solución de los diferentes problemas.

Para finalizar la actividad cada estudiante debía entregar en la plataforma Mediación Virtual su solución para que quedara constancia del trabajo realizado. Con el propósito de conocer la valoración de los estudiantes de la actividad también se les solicitó que respondieran el breve cuestionario en Mediación Virtual que se muestra en la *Figura 5* (ANEXO B).

3. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

El día que se aplicó la estrategia didáctica asistieron únicamente 21 estudiantes de los 30 matriculados en el curso. Se formaron seis grupos de trabajo (cuatro grupos de cuatro estudiantes, un grupo de tres estudiantes y un grupo de dos). Se requirió emplear toda la lección (7:00 a.m. a 9:50 a.m.) para el desarrollo de la estrategia.

Debido a que generalmente se trabaja en la clase de forma individual algunos estudiantes tuvieron dificultad para formar los grupos de trabajo. El principal emergente que se dio fue que algunos estudiantes deseaban formar grupos de más de cuatro personas y otros más bien preferían trabajar individualmente. Se indicó a los estudiantes que debían trabajar en grupos de entre 2 y 4 personas. El número máximo de participantes era de cuatro para fomentar la participación de todos los miembros del grupo y no solo de algunos. Tampoco se permitió el trabajo individual porque se buscaba fomentar el trabajo en equipo.

Durante la aplicación de la estrategia se observó una participación muy activa de los estudiantes e incluso aunque podían tomar una pausa ninguno de los estudiantes la tomó. Todos los grupos solicitaron guía por parte de la docente, pero también se observó mayor comunicación entre los estudiantes.

4. VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 VALORACIÓN POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES

En la *Figura 6* (ANEXO B) y en la *Figura 7* (ANEXO B) se incluyen las respuestas dadas por los estudiantes en el cuestionario que se les solicitó que llenaran en Mediación Virtual para conocer su valoración de la estrategia implementada. De los participantes en la estrategia, únicamente 12 estudiantes respondieron el cuestionario. Según se observa en la *Figura 6*, la valoración por parte de los estudiantes que respondieron es claramente positiva (100%).

Se considera importante destacar algunas de las respuestas dadas por los estudiantes porque indican que la estrategia cumplió el propósito de ayudar a los estudiantes a desarrollar soluciones a problemas específicos de forma estructurada y de las ventajas del trabajo colaborativo. Los aspectos positivos señalados por los estudiantes se refieren principalmente a la estructuración del pensamiento y atención rápida de las consultas (señaladas con un círculo verde en la *Figura 2*) y a las ventajas que tiene el trabajo colaborativo (señaladas con un triángulo celeste en la *Figura 2*). Según se observa en la figura, la mayoría de los participantes considera de gran utilidad poder contrastar ideas con los compañeros para entender el problema y resolver las dudas. También indican que se resuelven de forma más eficiente las dudas y se favorece la estructuración del pensamiento.

| 3 Indique cuáles serían los aspectos que considera positivos de la actividad. | |
|---|---|
| Respondente | Respuesta |
| | Practicar temas y ver diferentes soluciones o maneras de hacerlo. |
| | uno logra compartir ideas y conceptos, se apoya uno de otros y si se queda pegado en algo, tal vez otra persona ayuda a que se logre seguir |
| | Entendimiento del problema Evacuación de dudas grupales |
| | Ayuda a estructurar el pensamiento en la resolución de ejercicios. |
| | Facilita la comunicación, lo que hace más fácil entender un tema que no se entendiera muy bien, al poder consultarlo con diferentes personas. |
| | Me gusta que practicamos en clase porque así la profe nos puede responder las dudas en el momento |
| | Se logran evacuar las dudas de una manera más efectiva. |
| | Diferentes formas para poder entender el tema al igual que un espacio para poder explicarnos entre nosotros y resolver dudas. |
| | Se comparten ideas entre compañeros por lo que ayuda a una mejor comprensión del ejercicio y del tema en general. Además se incita a mejorar el trabajo en equipo. |
| | Compartir opiniones con los compañeros Explicación de temas entre ccompañeros La profesora atiende muy bien las dudas al instante de resolver el ejercicio |
| | Cambio de opinión entre los compañeros, así como apoyo entre los mismos para la resolución de ejercicios, dudas de la materia así como que permite mayor ámbito para el entendimiento |
| | Al estar desarrollando con los compañeros discutimos y podemos ver los errores. |
| Total de respuestas a pregunta | 12/12 |

Figura 2. Aspectos positivos de la estrategia señalados por los estudiantes.

4.2 VALORACIÓN POR PARTE DE LA DOCENTE

La aplicación de la estrategia “Resolución colaborativa de problemas” tuvo además de una valoración positiva por parte de los estudiantes un efecto en el examen parcial. Se evidenció en la resolución del examen que varios estudiantes siguieron un proceso más estructurado para resolver los ejercicios (por ejemplo, una estudiante incluyó una descripción breve del proceso que iba a seguir para resolver cada problema antes de presentar los cálculos).

Otra ventaja de la aplicación de la estrategia es que permitió desarrollar una mayor cantidad de ejercicios en clase de un nivel de dificultad mayor que los incluidos en los libros y responder a las dudas de los estudiantes de forma inmediata. También se observó una mayor interacción entre los estudiantes y mayor apertura a trabajar en equipo. Teniendo en consideración los comentarios de los estudiantes y los resultados de los exámenes, se puede concluir que la estrategia contribuyó a mejorar la comprensión del proceso de análisis de problemas y de trabajo colaborativo.

Teniendo en consideración la valoración positiva de los estudiantes y la mejora en la estructuración de las soluciones los semestres siguientes se incorporará la estrategia didáctica en el curso de Estática, pero se realizarán las siguientes modificaciones:

- Se avisará a los estudiantes con anterioridad la fecha del trabajo en grupo con el propósito que los estudiantes hayan repasado los contenidos y así el trabajo en los grupos sea más efectivo.
- Se establecerán tiempos para el desarrollo de cada una de las fases de la implementación de la estrategia. Es importante disponer de tiempo suficiente para las actividades de cierre y en la aplicación realizada esta etapa fue breve porque se empleó mucho tiempo en las fases anteriores.
- Se seleccionarán problemas que impliquen varios conceptos pero que puedan ser resueltos en un tiempo aproximado de media hora. Se debe tener en cuenta que se puede requerir más tiempo de lectura y análisis del problema.
- Es importante aplicar la estrategia múltiples veces durante el semestre para fortalecer el desarrollo de las habilidades para trabajar en equipo y la resolución de problemas de forma ordenada y lógica.
- Se debe llenar el cuestionario de valoración en la clase para obtener mayor participación por parte de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. P. S. González, Técnicas docentes y sistemas de Evaluación en Educación Superior, Madrid: Narcea Ediciones, 2015.
- [2] Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, «Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño,» [En línea]. Available: https://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/Est_y_tec.PDF.
- [3] W. Hung, D. H. Jonassen y R. Liu, «Problem-Based Learning,» Routledge Handbooks Online, Abingdon, 2007.
- [4] P. Goodhew, Teaching Engineering. All you need to know about engineering education but were afraid to ask, Liverpool: University of Liverpool, 2010.
- [5] E. Barkley, K. Cross y C. Major, «Técnicas para la resolución de problemas,» de *Técnicas de aprendizaje colaborativo: manual para el profesorado universitario (2a. ed.)*, Madrid, Ediciones Morata, S. L., 2012, pp. 137-162.
- [6] F. P. Beer, J. E. Russell Johnston, J. T. DeWolf y D. F. Mazurek, Statics and Mechanics of Materials, New York: McGraw-Hill Education, 2021.
- [7] S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafora y H. Jordt, «Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics,»

Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), vol. 111, n° 23, p. 8410–8415, 2014.

ANEXOS

ANEXO A. MATERIAL UTILIZADO EN LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

RESOLUCIÓN COLABORATIVA DE PROBLEMAS
IC-0401 ESTÁTICA GRUPO 03 (I 2023)

| | |
|--|--|
| INTEGRANTES DEL GRUPO | |
| Temas estudiados en el curso aplicables al problema: • • • | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">PROCEDIMIENTO</div> |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;">DATOS</div> | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;">RESULTADOS</div> | |

Hoja original de Alicia Córdoba

Figura 3. Hoja de trabajo que debían completar los grupos para la resolución del problema asignado.

RESOLUCIÓN COLABORATIVA DE PROBLEMAS

IC-6481 ESTÁTICA GRUPO 03 (I 2023)

INTEGRANTES DEL GRUPO

Jhonn Venegas Bolaños. Mario José Castro Murillo.
 Luis Rojas Robles.
 Christopher Alvarez Fernandez

Temas estudiados en el curso aplicables al problema:

- Marcos
- Fuerzas internas en elementos Estruct.
- Diagramas Cortante y momento flexor.

DATOS

- * Reacciones en A y H
- * Distancias
- * Fuerzas
- * Momentos.
- * Angulos.

RESULTADOS

- * Variación de la fuerza interna en Marcos
- * Diagrama de momento y Cortante.

PROCEDIMIENTO

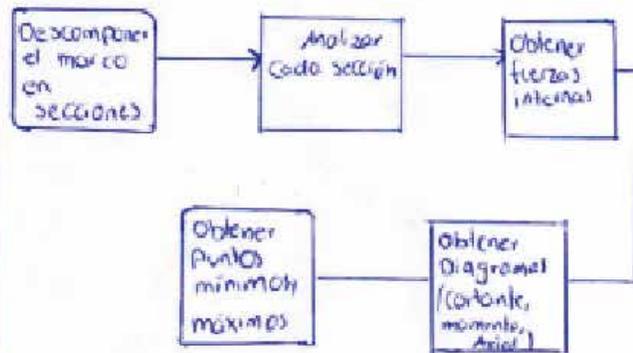


Figura 4. Ejemplo de hoja de trabajo entregada por uno de los grupos.

ANEXO B. MATERIAL UTILIZADO PARA LA VALORACIÓN DE LA ESTRATEGIA

Mediación Virtual

Mi Escritorio Virtual > Mi > I.S. > 18 > Cu > Vista previa

I - S - 2023 - RRF - ESTÁTICA - 003

Ajustes avanzados Preguntas Retroalimentación Vista previa Ver todas las respuestas No respondientes

Pre-visualizar cuestionario

Mis cursos recientes ▶ Este curso ▶

1 * Mi valoración de la actividad de la resolución de problemas en grupo es:

- Indiferente
- Negativa
- Positiva

2 * Según su experiencia, ¿actividades como las realizadas en la clase favorecen la colaboración entre compañeros y la comprensión de los temas estudiados?

- Sí
- No

3 * Indique cuáles serían los aspectos que considera positivos de la actividad.

4 En el siguiente espacio puede incluir sus comentarios o recomendaciones para mejorar la actividad de resolución colaborativa de problemas.

5 * Considerando todos los cursos que ha matriculado hasta el momento, ¿recomendaría alguna actividad que considera que es muy útil y podría contribuir a mejorar la comprensión de los temas estudiados en el curso?

Vista previa del envío Reiniciar

Figura 5. Cuestionario empleado para solicitar la valoración de los estudiantes de la estrategia aplicada.

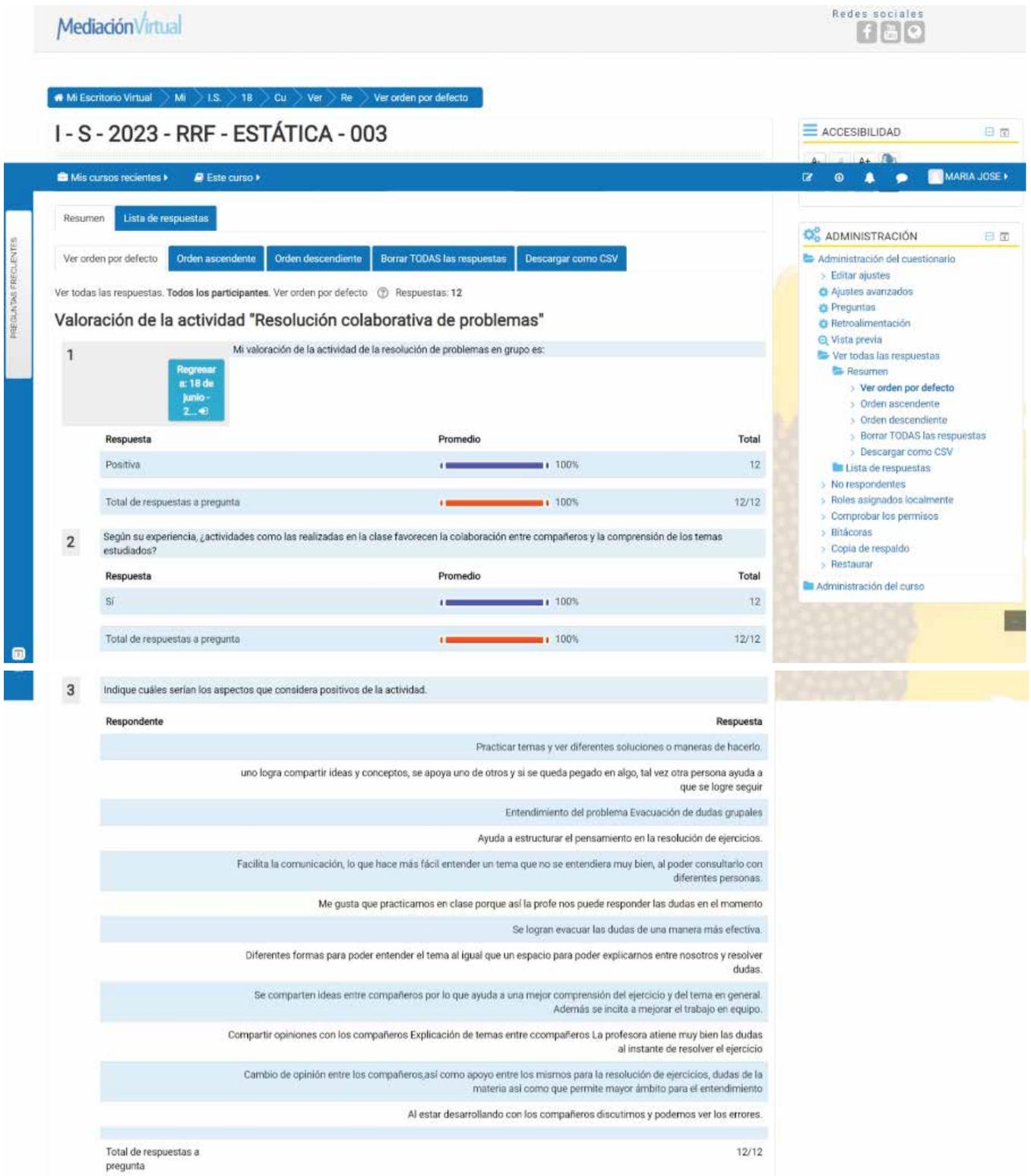


Figura 6. Respuestas a las preguntas 1,2 y 3 del cuestionario utilizado para conocer la valoración de la estrategia por parte de los estudiantes.

4. En el siguiente espacio puede incluir sus comentarios o recomendaciones para mejorar la actividad de resolución colaborativa de problemas.

| Respondente | Respuesta |
|--------------------------------|--|
| | La actividad es muy efectiva porque aclara aspectos que durante la resolución de ejercicios de forma individual no quedaban claros. Que se discuta cómo se pensó la solución de los ejercicios. |
| | Me parece que la metodología que se ha estado utilizando es buena y así tengo ideas para mejorarla. Considero que no hay un aspecto para mejorar. |
| | Problemas un poco más sencillos para poder completarlos en el forero de clase. Está bien, tal vez el tiempo de ejecución. |
| Total de respuestas a pregunta | 6/12 |

5. Considerando todos los cursos que ha matriculado hasta el momento, ¿recomendaría alguna actividad que considere que es muy útil y podría contribuir a mejorar la comprensión de los temas estudiados en el curso?

| Respondente | Respuesta |
|--------------------------------|---|
| | La idea de hacer ejercicios en grupo me parece buena, es una manera de comprender mejor los temas es que no tengo para recomendar ninguna otra. kahoot de conceptos teóricos, muchas veces los problemas se solucionan más rápido sabiendo la teoría, entonces si uno se ve forzado a estudiarla, lo hace más seguro. |
| | Recomendaría esta misma actividad de resolución de ejercicios en grupo. La que se utilizó está bastante bien y es la mejor que he visto hasta el momento. |
| | No recuerdo ninguna que valga la pena mencionar. Este es de los mejores cursos que he llevado porque uno hace práctica en clase. No sé si esto se puede pero he visto que hay un profe de mecánica que va a la sala de ingeniería a ayudar a los estudiantes a practicar. si eso pudiera pasar antes del examen, ayudaría mucho. |
| | Los trabajos grupales con ejercicios de examen que hemos realizado hasta el momento son una buena actividad. El curso me parece bien, así como está y es uno de los cursos más accesibles que he visto en jatto a evaluaciones. También considero que si se le dedica el tiempo justo (no es tiempo excesivo) se puede comprender de buena forma los temas tratados. |
| | Si, que el profesor o profesora realice al menos uno o dos ejercicios de ejemplo en clase con una dificultad considerable. Realizar más práctica de ciertos temas. Mayor estudio independiente. |
| Total de respuestas a pregunta | 12/12 |

Trabajo en grupo 19 de junio

Vídeo para repasar concepto de diagramas de fuerzas internas

Regresar a: 18 de junio - 2

Figura 7. Respuestas a las preguntas 4 y 5 del cuestionario utilizado para conocer la opinión de los estudiantes sobre la estrategia didáctica.