

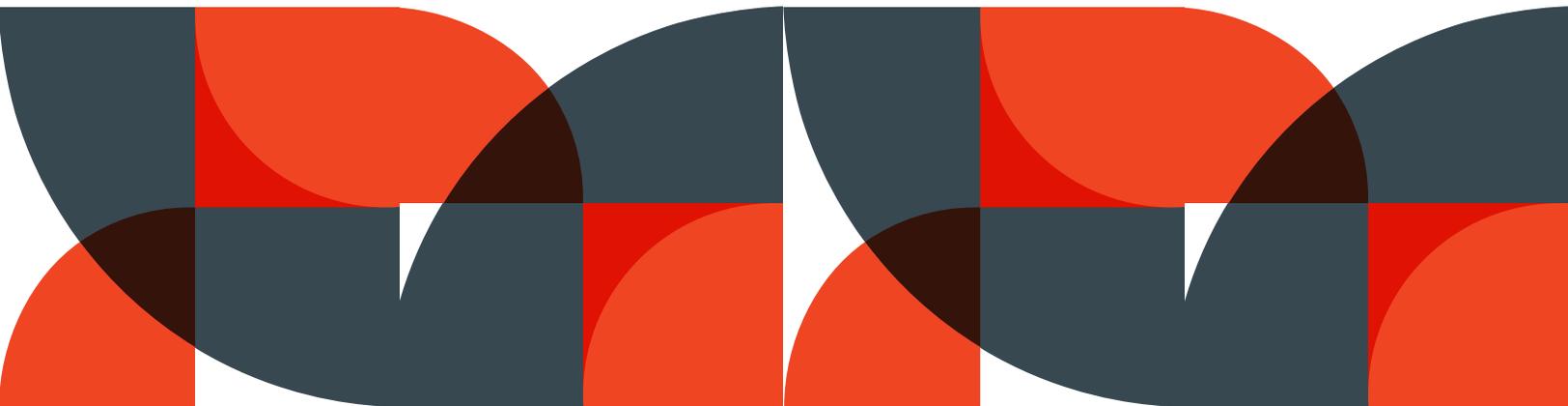
Modelado de sólidos tridimensionales a partir  
de vistas bidimensionales

**Luis Andrés Flores Quirós**

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

---

Proyecto final de curso  
**Didáctica Universitaria**





## INTRODUCCIÓN

Este reporte describe la estrategia didáctica llevada a cabo para el curso Dibujo I, en la cual se busca que las personas estudiantes mejoren sus capacidades de visualización de cuerpos tridimensionales a partir de vistas bidimensionales, por medio de la construcción de sólidos utilizando barras de jabón. Con esto se pretende enseñar una técnica que les facilite adquirir esta destreza, realizando actividades que impliquen la integración de la interpretación de dibujos bidimensionales, la capacidad de posicionar elementos representados en dos dimensiones dentro de un espacio tridimensional, la construcción de un sólido que permita visualizar estas relaciones y su posterior representación como un boceto isométrico en una superficie de dos dimensiones.

La actividad requiere solamente de un material suave, tal como una barra de jabón o arcilla, la cual se puede conseguir de forma económica, y herramientas para corte y marcado, las cuales son accesibles, por lo que las personas estudiantes pueden aplicar esta estrategia en sus lugares de estudio.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO DIDÁCTICO:

Esta estrategia didáctica se llevará a cabo en el curso Dibujo I (IM-0202) impartido en la Sede Interuniversitaria de Alajuela, los miércoles y viernes de 1 a 4 pm. El curso es de la Escuela de Ingeniería Mecánica, y es un curso de servicio para la Escuela de Ingeniería Industrial de la misma sede, por lo que las personas estudiantes matriculadas pertenecen a cualquiera de las dos carreras. El total de personas estudiantes matriculadas en el grupo es de 17. El curso se desarrolla en el aula D-05 de la Sede Interuniversitaria de Alajuela, la cual cuenta con pizarra, proyector, computadora, aire acondicionado, y el mobiliario del aula consiste en mesas planas, las cuales son aptas para el uso de instrumentos de dibujo, y sillas de altura adecuada.

Este curso pertenece al segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial, por lo que es uno de los primeros cursos de carrera que las personas estudiantes se ven expuestos. A manera de referencia, en dicho nivel también se encuentran cursos del tronco común de ingenierías, tales como Física II o III, Química y Cálculo II o III.

El curso Dibujo I tiene como objetivo principal que: “la persona estudiante desarrolle destrezas básicas de comunicación gráfica como herramienta para la ingeniería a través del estudio y aplicación práctica de los fundamentos básico del dibujo técnico instrumental y bocetos” (ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2022). Se aprenden los fundamentos del dibujo técnico como herramienta necesaria de comunicación en el campo de la ingeniería, y se desea que la persona estudiante desarrolle destrezas necesarias para poder realizar e interpretar planos constructivos, así como que desarrolle la capacidad de visualizar formas complejas en un espacio tridimensional. Además, que tome conciencia de dimensiones físicas tales como distancias, áreas y volúmenes tanto en un espacio bidimensional como en tres dimensiones. Esto sirve de base para materias posteriores en las cuales estos conocimientos son fundamentales, en las cuales se estudian los procesos de manufactura y construcción de sistemas mecánicos.

La mayoría de los contenidos del curso son de tipo práctico, pues se espera que la persona estudiante desarrolle la mayoría de las habilidades a través de la realización de ejercicios de dibujo. Los contenidos teóricos se limitan a los elementos básicos de construcciones geométricos, tipos de línea, y otros elementos fundamentales. Durante el curso, las prácticas son realizadas “a mano”, dibujando sobre papel. En la parte final del curso se brinda una introducción a programas de computación.

En el caso de Ingeniería Mecánica, posterior a este existe el curso Dibujo II, el cual se desarrolla completamente por medio de programas de dibujo asistido por computadora.

La razón por la cual se eligió la estrategia didáctica que se llevará a cabo es que por experiencia durante clase, y según información brindada por otros profesores que han impartido el curso en semestres anteriores, uno de los temas que más se dificultan para las personas estudiantes es la visualización de figuras tridimensionales a partir de imágenes en dos dimensiones, lo cual es una destreza que se debe aprender, y es fundamental para el resto de la carrera. Para el profesor esta destreza es difícil de enseñar con técnicas normales, pues depende de la capacidad de cada persona para visualizar sólidos en un espacio tridimensional.

### 1.1 Diagnóstico a los estudiantes de curso

Para obtener un diagnóstico general de los estudiantes del curso, se recurrió a realizar una encuesta en línea. Los datos de la encuesta son totalmente anónimos, y no es obligatorio responderla, aunque se incentivó a llenarla. El instrumento aplicado, así como el total de respuestas se encuentra en el anexo a este documento. Este instrumento fue respondido por 7 personas, de un total de 17 que componen el grupo (41% del total).

Se realizaron varias consultas, y sus principales resultados se discutirán a continuación.

La Sede de Alajuela se creó con la idea de que las personas que habitan en los cantones de Alajuela y sus alrededores no tuvieran que trasladarse a otra sede más lejana a realizar sus estudios. Sin embargo, el primer resultado de la encuesta revela que por lo menos con los estudiantes matriculados que contestaron la encuesta en el curso no parece reflejar esta intención, pues un 85% de ellos habita en San José. Debido a esto, igualmente la mayoría indicó que su tiempo de transporte a la Sede fue de más de 2 horas (la totalidad de personas que respondió debe viajar más de 1 hora para llegar a la Sede). Podría deberse a que no cuentan con otra sede más cercana, que la oferta de carreras en sedes más cercanas a su lugar de residencia no satisface sus requerimientos, o que la nota mínima de ingreso a carrera es inferior en esta sede que en otras. Para obtener una mejor visión sobre este punto, se relacionó con una pregunta posterior, donde se les consultaba si se encontraban matriculados en su carrera de elección, a lo que la mayoría respondió afirmativamente (71%). Esto podría reforzar la idea de que hay algunas personas estudiantes que se trasladan a la Sede de Alajuela pues es donde pudieron ingresar a la carrera que deseaban. Esto se puede considerar como un punto positivo, pues una persona que estudia la carrera que desea probablemente cuente con una mayor motivación para realizar las actividades, sin embargo, los tiempos de viaje largo podrían disminuir esta motivación tanto a corto plazo (no asistir a una lección) como a largo plazo (desistir de continuar los estudios).

#### Provincia donde reside

7 respuestas

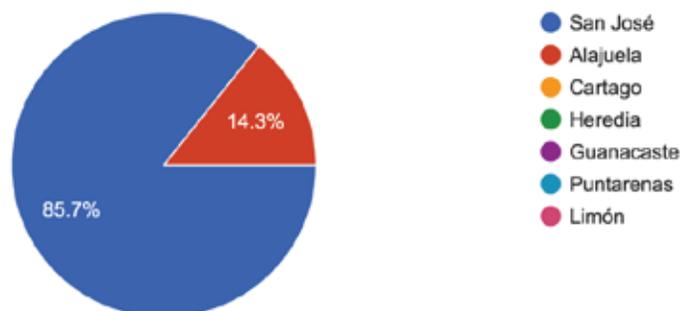


Gráfico 1. Lugar de residencia de los integrantes del grupo

Con respecto a su interés sobre estudiar la carrera, la mayoría de los aspectos mencionados están relacionados con el campo laboral, por lo que parece existir una idea de que tanto en Ingeniería Mecánica como en Ingeniería Industrial presentan buenas oportunidades para el desarrollo laboral en diferentes ámbitos.

Sobre el tipo de actividad que se prefiere durante las lecciones, la mayoría de personas estudiantes también indicó que preferían clases con alto contenido práctico, en lugar de clases de tipo magistral o investigación por su cuenta. Esto es un punto que respalda el tipo de contenidos que se incluye en el curso de Dibujo I, que tal como se indicó anteriormente se basa en prácticas realizadas tanto en clase como asignaciones para la casa, y no en contenidos teóricos.

Llama la atención de que según los datos obtenidos, las personas estudiantes tienden a preferir el estudio de forma individual por sobre el estudio en grupo, sin embargo, durante la clase de Dibujo I se ha podido observar como las personas tienden a relacionarse entre sí y ayudarse mutuamente. Considero que podría deberse a que la mayoría de estudiantes son de un nivel de carrera inicial, por lo que aún no han desarrollado interacciones de largo tiempo con otros miembros del grupo, y a que durante la pandemia no fue posible realizar actividades grupales.

### ¿Qué tipo de actividades prefiere durante el tiempo de clase?

7 respuestas

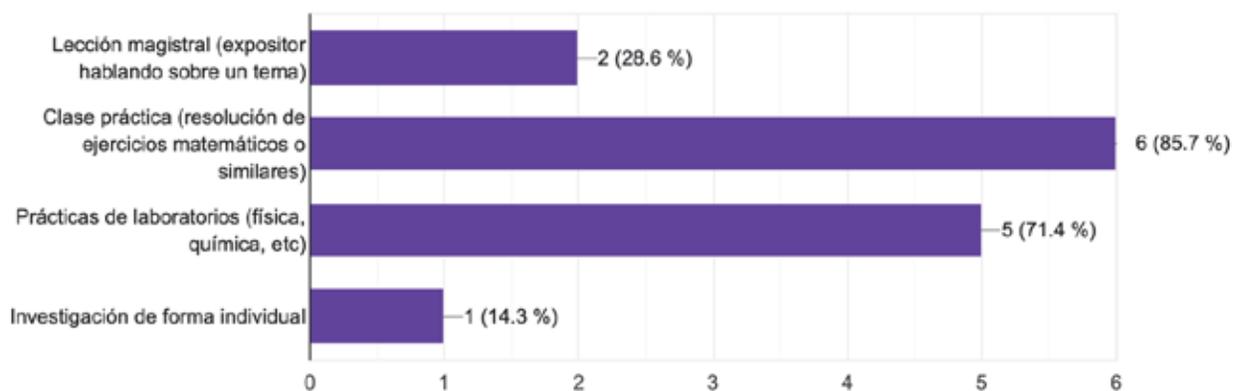


Gráfico 2. Actividades preferidas durante la lección

Se procederá ahora a analizar información específica del curso Dibujo I con base en la información recopilada en la encuesta.

Con respecto a la dificultad del curso, ningún estudiante lo mencionó como una de las materias cuyo contenido han encontrado más difíciles en su carrera. Esta percepción por supuesto que está incompleta, ya que no se han cubierto los contenidos del curso por completo. Sin embargo, se les consultó sobre referencias de estudiantes de niveles más avanzados sobre las materias o temas que se mencionan como más difíciles en la carrera, y tampoco se mencionó este curso. De mi parte, sí se determinó que los estudiantes tienden a subvalorar la dificultad del curso, pues muchos consideraban que con solo realizar las prácticas durante clase era suficiente, y que es una materia que no requiere estudio individual en la casa. Se instó en esa ocasión a los estudiantes a realizar prácticas de forma individual, tal como es necesario para el resto de cursos de la materia.

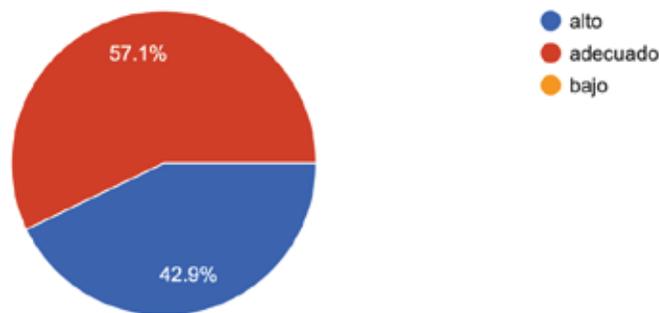
Con respecto al nivel de destreza que se ha alcanzado por parte de los estudiantes, la gran mayoría han tenido la capacidad necesaria para entender los conceptos, y desarrollar los ejercicios sin mayores complicaciones,

y esto se ha visto reflejado en las calificaciones de trabajo en clase, proyectos y exámenes, cuyos promedios están todos por encima de la nota de suficiencia (7.0). Se cuenta con dos estudiantes que ya tienen previa formación en dibujo técnico, y su desempeño durante la clase es excelente. Sin embargo he podido notar que hay estudiantes que a pesar de no contar con formación previa, tienen una capacidad sobresaliente para el dibujo y la visualización.

Debido a que este es el primer curso de dibujo, podría implicar un esfuerzo económico para adquirir las herramientas necesarias. Para medir la percepción de los estudiantes al respecto, se incluyeron varias preguntas en la encuesta, formuladas de manera que no se invadiera su privacidad ni se consultara directamente por su capacidad económica. Por ejemplo, se consultó su opinión sobre el costo de materiales para el curso. La mayoría de respuestas indicaron que no encontraron el costo excesivo (57%), sin embargo, el 43% si considera como alto el costo de los materiales. Además, debido a que el dibujo a mano ha dejado de ser práctica común en las empresas, puede ser difícil conseguir los implementos. Para evaluar la disponibilidad de parte de los estudiantes, se realizó preguntas al respecto, específicamente si tuvieron problemas de conseguir las herramientas, y cuál fue la más difícil. Estos dos resultados podrían llevar a revisar cuales herramientas pueden ser eliminadas de las solicitadas, considerando su grado de utilización a lo largo de las prácticas y para el resto de la carrera, y así disminuir el costo económico. También, una explicación posible de que el 43% valore el costo como alto es que no consideren que las herramientas de trabajo no les serán útiles en el futuro.

**Con respecto al curso Dibujo I IM-202, considera usted que el costo de los materiales solicitados para el curso es:**

7 respuestas



*Gráfico 3. Percepción del costo económico de los materiales*

Finalmente, se consultó si se considera el curso de Dibujo I como necesario dentro de la carrera. Se realizó esta pregunta debido a que existen dos situaciones: tal como se mencionó anteriormente, el dibujo a mano cada vez es menos común y se tiende a preferir por parte de los empleadores a personas capacitadas en el dibujo asistido por computadora; y la segunda situación es que al ser este curso impartido por la carrera de Ingeniería Mecánica, sus contenidos están más enfocados hacia ella, y no tanto hacia Ingeniería industrial, por lo que podría existir percepción por parte de los estudiantes de esta última carrera de que el curso no es necesario. De acuerdo con las respuestas, los participantes que contestaron, en su totalidad indicaron que el curso es necesario, sin embargo, no se profundizó en la razón por la que se considera. Esta pregunta debe ser analizada con mayor detalle, pues incluso podría sentirse la persona estudiante intimidada a responder de forma contraria por temor a represalias, a pesar de ser los resultados totalmente anónimos.

## 2. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

### 2.1 SITUACIÓN DE APRENDIZAJE A RESOLVER

Las personas estudiantes tienen dificultad de visualizar cuerpos en tres dimensiones, y realizar cortes y relaciones a partir de dibujos bidimensionales. Por parte del profesor es muy difícil poder enseñar una técnica que funcione con todas las personas, pues depende del desarrollo individual de su capacidad espacial.

Se realizó un ejercicio exploratorio, en el cual se dibujó en pizarra una serie de dibujos en dos dimensiones, con el fin de que las personas estudiantes intentaran dibujar el sólido tridimensional correspondiente, y se notó que algunas personas estudiantes pudieron realizar las formas más básicas, pero cuando se elevó el nivel ligeramente y se incluyeron construcciones como agujeros o planos inclinados, la gran mayoría no fue capaz de desarrollar el ejercicio.

### 2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Se facilitará a las personas estudiantes un plano impreso en papel, con vistas bidimensionales de las diferentes caras de un sólido (vista superior, frontal y lateral derecha), así como una barra de jabón azul y herramientas para marcar y cortar. Los participantes proyectarán en la barra de jabón las diferentes líneas que definen los planos del sólido, y posteriormente eliminarán el material no necesario, con el fin de construir en tres dimensiones el cuerpo representado en las vistas bidimensionales facilitadas. Los estudiantes trabajarán en parejas para que puedan compartir sus ideas y revisar sus conclusiones.

El profesor brindará las instrucciones iniciales, incluyendo las medidas de seguridad requeridas durante la actividad, suministrará los materiales, y supervisará constantemente el avance de los estudiantes, respondiendo las preguntas que surjan, pero se espera que la pareja de estudiantes sea capaz de resolver de forma conjunta las principales preguntas que vayan surgiendo.

Al finalizar la actividad, se espera que los estudiantes compartan con el resto del grupo tanto el plano inicial como el sólido, con el objetivo de que se pueda comparar a nivel general los resultados. Además, los estudiantes deberán dibujar en una hoja un boceto isométrico del objeto, de tal forma que se representen sus tres dimensiones.

Esta actividad no será evaluada, y más bien se incentivará a los estudiantes a que si se comete un error se determine su origen, evaluar si es posible enmendarlo, o si la mejor opción es continuar aceptando que el resultado no es completamente correcto.

Finalmente, se incentivará a los estudiantes a realizar esta actividad en sus casas si tienen dificultad para realizar ejercicios similares posteriores, como una forma de facilitar su comprensión de la representación tridimensional y ayudar con la formación de esa destreza.

### 2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A pesar de que existen técnicas para la visualización y representación de figuras tridimensionales, en los libros de texto existentes se limitan a tomar un par de ejemplos seleccionados, mostrando la representación bidimensional y su resultado, y no se menciona ninguna metodología que permita a la persona estudiante establecer una relación entre las representaciones en dos y tres dimensiones. No se ha encontrado por parte del autor un texto que muestre un paso a paso para realizar dichos ejercicios, y parece comprensible, pues como se ha mencionado anteriormente, se ha visto que cada persona cuenta con un conjunto de habilidades diferentes para establecer relaciones espaciales.

Es por esta razón, que la estrategia se basa en la propia capacidad del estudiante en desarrollar su destreza de forma autónoma por medio del aprendizaje profundo, el cual “se caracteriza por un alto interés y grado de implicación en lo que se está aprendiendo, orientándose a descubrir significados y estableciendo relaciones con conocimientos previos relevantes.” (PÉREZ VILLALOBOS, 2013). Este se antepone al aprendizaje superficial, en el cual “el estudiante confía en memorización y reproducción del material, y no busca relaciones, significancia, o implicaciones de lo aprendido” (BIGGS, 1987).

El estudiante cuenta con los conocimientos de prácticas anteriores donde se ha realizado el ejercicio inverso, pasando de un dibujo isométrico tridimensional a un conjunto de vistas de dos dimensiones. Se espera ahora que el proceso a realizar se facilite por medio de una herramienta intermedia, que permita construir el sólido, y de esta forma sea más sencillo dibujar su representación en un espacio plano.

De acuerdo con (PÉREZ VILLALOBOS, 2013), el aprendizaje profundo se divide en tres fases, las cuales son planificación, ejecución y evaluación. En esta estrategia, la fase de ejecución comienza cuando el estudiante se ve con el reto de generar un sólido a partir de un dibujo, para lo cual debe realizar procedimientos como identificación de las diferentes superficies involucradas, el material a eliminar y mediciones necesarias, con qué herramientas se cuenta, así como determinar el orden de los procedimientos posteriores de tal forma que, a manera de ejemplo, evitar cortar material que posteriormente necesitará.

La ejecución incluye los procedimientos de marcado de la superficie del jabón con las líneas guías, y el corte y eliminación del material no requerido. Durante esta etapa, se espera que la persona estudiante vaya adquiriendo la habilidad de visualizar el sólido, pues al representar cada línea y realizar cada corte, es necesario tomar conciencia de la posición en la barra de jabón de cada uno de estos elementos.

La etapa de evaluación en realidad se llevará a cabo de la mano con la de ejecución, pues la persona debe, en cada paso de la ejecución, determinar si se cometió algún error, y si hay posibilidad de enmendarlo. Igualmente al final, se realizará una evaluación comparativa, tanto por parte del estudiante, como en forma grupal, la cual permitirá que todos los integrantes del grupo observen el trabajo que realizaron las demás personas, e intenten visualizar los objetos que debían construir el resto de los estudiantes.

## 2.4 PLANEAMIENTO DE LA SESIÓN

### 2.4.1 OBJETIVOS

El objetivo específico contenido en la carta al estudiante que se relaciona de forma primordial con esta actividad es el siguiente:

- Visualización de elementos tridimensionales en dibujos.

Adicionalmente, la práctica a realizar puede relacionarse con los siguientes objetivos específicos:

- Dibujo instrumental y construcciones geométricas.
- Proyección ortogonal y oblicua de los objetos tridimensionales.
- Construcción y bocetos de vistas especiales: auxiliares, cortes y secciones.

### 2.4.2 CONTENIDOS

Los contenidos en la carta al estudiante que se relacionan con esta actividad son los siguientes:

- Procedimientos estructurados para construcciones geométricas.
- Proyecciones ortogonales y oblicuas como representación plana de un objeto tridimensional.
- Cortes y secciones para la visualización de elementos y formas internas de un objeto o ensamble.

### 2.4.3 OBJETIVO PLANTEADO PARA LA SESIÓN

Crear un cuerpo sólido y un bosquejo tridimensional a partir de vistas bidimensionales, con el fin de comparar el resultado obtenido tanto con el plano original y el resultado de otros grupos de trabajo.

### 2.4.4 SECUENCIA DIDÁCTICA

Cuadro 1. Secuencia didáctica a aplicar

Apertura	<p>Los estudiantes se verán expuestos al reto de generar un sólido en tres dimensiones a partir de una barra de jabón, para lo cual, se iniciará recordando de forma breve el tema anterior, el cual presentaba el caso inverso.</p> <p>Se les hará la pregunta ¿cómo podemos hacer el proceso inverso de lo que hemos realizado hasta el momento?</p>
Desarrollo	<p>Etapa 1: Preparación de la práctica</p> <p>El profesor brindará una descripción inicial de la actividad a desarrollar ese día con la barra de jabón.</p> <p>Se solicitará a los estudiantes que se sienten en parejas.</p> <p>Se les facilitará una hoja de papel con un dibujo de un sólido de forma deconstruida, con vistas bidimensionales, el cual se les solicita que deben construir.</p> <p>Se les facilitará por parte del profesor los materiales requeridos: barra de jabón, cuchilla de seguridad y papel periódico.</p> <p>Se brindarán instrucciones de seguridad requeridas para realizar la actividad y evitar acciones que pudieran generar peligro con la manipulación de las herramientas.</p> <p>Se cubrirán las mesas con el papel periódico para evitar ensuciar las superficies de trabajo.</p> <p>Se darán indicaciones básicas de como se podrían generar las marcas en la barra de jabón, y como se podrían aprovechar las marcas para la construcción del sólido.</p> <p>Etapa 2: Generación de líneas en superficies</p> <p>Las personas estudiantes trabajarán en parejas en la construcción. Se espera que sean los mismos estudiantes quienes resuelvan la mayoría de cuestionamientos que pudieran surgir.</p> <p>Los estudiantes marcarán inicialmente la barra de jabón con las líneas indicadas en las vistas bidimensionales, pero no cortarán el material aún.</p> <p>Con las marcas en el jabón, la pareja deberá revisar si todas las líneas se encuentran representadas en el plano correcto del sólido.</p> <p>En esta etapa, la participación del profesor será para responder preguntas que las parejas de estudiantes no puedan responder, o atender consultas relacionadas con la interpretación de los dibujos.</p> <p>El profesor revisará en este punto que efectivamente todas las líneas estén marcadas, para evitar que un error en esta etapa inicial genere un problema en la siguiente etapa.</p> <p>Etapa 3: Corte del material</p> <p>Los estudiantes procederán a cortar el material que se deba eliminar, de acuerdo con las líneas marcadas en la etapa anterior, para ir construyendo el sólido. Se les indicará por parte del profesor la</p>

	<p>instrucción de revisar contra el dibujo bidimensional cada paso, para determinar si se realizó el corte de forma correcta. Si se comete algún error, la pareja debe determinar la mejor forma de proceder, dependiendo de su valoración de acciones correctivas posibles (realizar algún ajuste, intentar adherir material cortado en exceso, determinar que el error no es subsanable, etc). Los estudiantes deberán bosquejar en una hoja, el objeto de forma isométrica.</p> <p>Etapa 4: Evaluación de resultados Cada pareja procederá a mostrar el dibujo bidimensional entregado inicialmente, el correspondiente sólido construido, y el bosquejo isométrico al resto del grupo. Deberán indicar si se cometió algún error, qué superficie o corte de material se complicó más y por qué. Los demás integrantes del grupo completo podrán realizar preguntas y observaciones.</p>
Cierre	<p>Se solicitará a los estudiantes su opinión con respecto a los siguientes temas:</p> <p>¿Considera usted que la actividad le ayudó a mejorar su comprensión del proceso de construcción de un sólido a partir de vistas bidimensionales? ¿Mejoró su percepción o habilidad para visualizar sólidos a partir de estas vistas? ¿Fue capaz de visualizar el sólido esperado a partir de los dibujos entregados a otros compañeros durante la última actividad? ¿Qué aspectos considera que se podrían mejorar o agregar a la práctica para mejorar su experiencia?</p>

### 3. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Para la aplicación de la estrategia, primero se realizaron varios pasos previos.

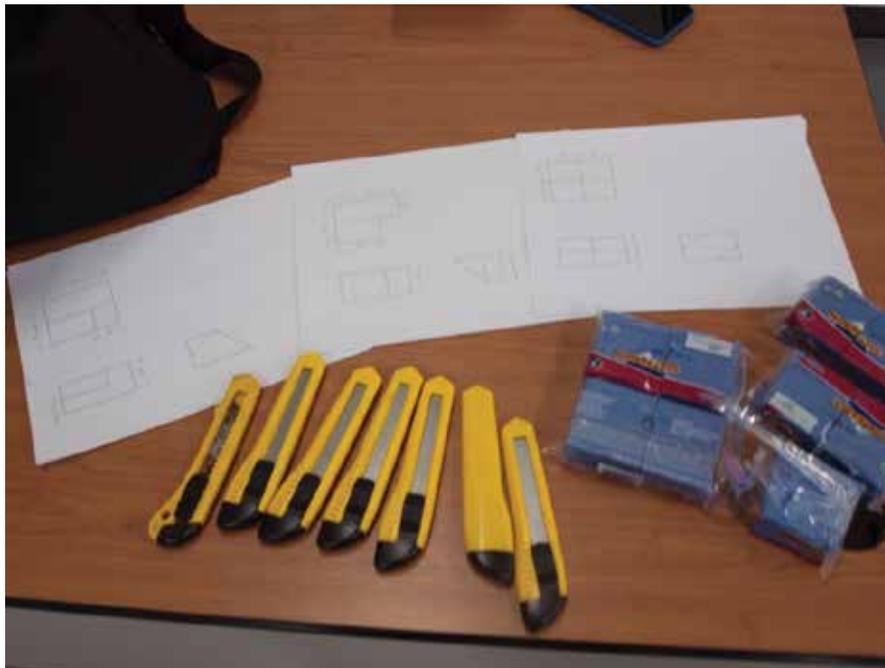
El primer paso fue el diseño de los sólidos por medio de SolidWorks, programa de diseño asistido por computadora, con el cual se obtuvieron las vistas bidimensionales, obteniendo dibujos con la máxima precisión y claridad que disminuyeran la posibilidad de generar dudas a las personas estudiantes. Considerando que la matrícula del curso son 17 personas y que se trabajó en parejas, se crearon 3 sólidos diferentes, y de cada uno se imprimieron 3 juegos de planos de las respectivas piezas. Para su diseño, se tuvo en consideración que las formas fueran fáciles de cortar con el uso de cuchillas planas en el material. En el Anexo 2 se muestran los sólidos diseñados y sus respectivas vistas bidimensionales.

Para la aplicación de la estrategia, se requirió adquirir los materiales que se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2. Materiales adquiridos**

Material	Cantidad	Costo (colones)
Barras de jabón	5 (se dividió cada barra en 2)	¢1925,00
Cuchillas para artes	9	¢5400,00
Total		¢7325,00

Para un total de 17 estudiantes matriculados, el costo de materiales por persona ronda los ¢430,00. Este costo fue asumido por el profesor.



*Fotografía 1. Materiales utilizados*

La actividad se realizó el viernes 28 de octubre del 2022, y estaba planeada para realizarse durante el horario habitual del curso, que es de 1 a 4 pm. Sin embargo, en minutos previos varias personas estudiantes indicaron que acababan de finalizar un examen del curso Probabilidad y Estadística, por lo que no habían podido almorzar, por lo que solicitaron que se retrasara la clase. Por esta razón, se decidió empezar la clase a la 1:20

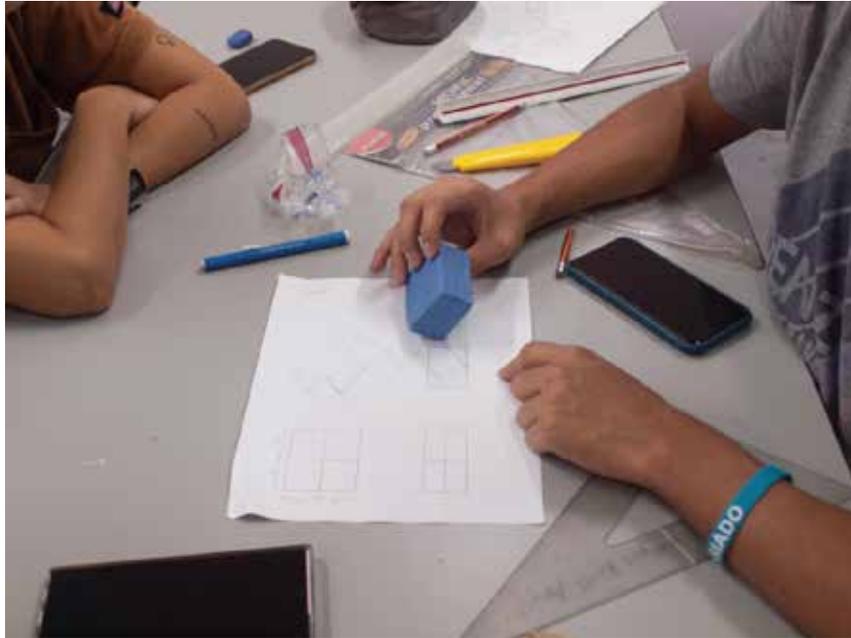
pm, para poder empezar con la mayor cantidad de personas presentes y no tener que repetir instrucciones conforme llegaban. A la clase asistieron un total de 13 personas, de las 17 matriculadas (76% asistencia).

Una vez que los estudiantes estaban presentes, se procedió a darles las instrucciones iniciales, tanto de las actividades a realizar, como de las medidas de seguridad que estarían vigentes en el transcurso de la clase. Se indicó que la actividad estaría dividida en 4 fases, y se procedió a mencionar qué se realizaría en cada una de ellas. Una vez indicado esto, se inició con la primera fase, en la cual, se solicitó a las personas estudiantes realizar un análisis previo de la información dada por las vistas bidimensionales, para que procedieran a conceptualizar cómo podría lucir el sólido en el espacio. Para ayudar con esto, se suministró la barra de jabón, pero no las cuchillas, pues la idea es que los estudiantes contaran con un objeto en tres dimensiones con el cual pudieran proyectar sus ideas. En esta fase, fue interesante notar como algunas personas pudieron conceptualizar el sólido directamente de forma mental, mientras otras optaron por realizar dibujos de bosquejos del objeto (ver Fotografía 2). Incluso se observó como en varias parejas de trabajo, una persona lo hacía mentalmente, mientras que la otra lo bosquejó en papel, y conjuntamente fueron discutiendo sus respectivas ideas hasta llegar a un modelo final. Se indicó a los estudiantes que una vez que consideraran que tenían el concepto del sólido definido, solicitaran la ayuda del profesor para continuar con la segunda etapa. Esta etapa tuvo una duración de entre 20 y 25 minutos, dependiendo de la facilidad que tuvieran las parejas de trabajo en definir su resultado, y se observó que uno de los sólidos presentó un poco más de desafío.



*Fotografía 2. Conceptualización del sólido a crear, etapa 1*

Para la siguiente etapa, se suministraron las cuchillas a las personas estudiantes, para que marcaran sobre la barra de jabón todas las líneas de construcción en las seis caras (ver Fotografía 3). Se solicitó no cortar el material en este punto, solamente identificar las diferentes posiciones de las líneas. Esta etapa tuvo una duración aproximada de 10 minutos, y no se notó mayor dificultad para que las personas la realizaran. De manera igual a la etapa anterior, se solicitó a las parejas que una vez que hubieran marcado las líneas se solicitara la revisión del profesor antes de proceder a la siguiente. La mayoría de las revisiones arrojó resultados satisfactorios, siendo la única observación que algunas personas no marcaban las seis caras, por lo que se les solicitaba realizarlo. Además, en la revisión de esta etapa se consultó a las personas estudiantes cuales partes de la barra de jabón eran las que se había determinado que se tenían que eliminar, para así proceder con el siguiente paso.



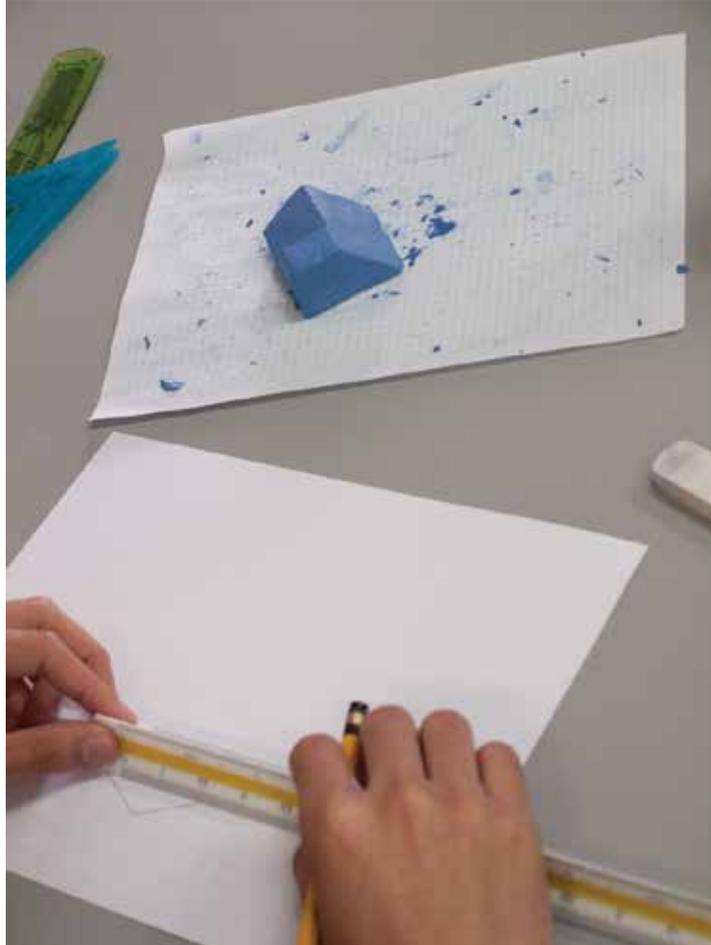
*Fotografía 3. Trazado de líneas en caras del jabón, etapa 2*

En la etapa tres, se solicitó a las personas estudiantes realizar el corte del material. Se indicó algunas técnicas para poder cortar el material de forma precisa. Esta etapa tampoco significó mayores problemas para ninguna de las parejas de trabajo, y todas la realizaron de forma correcta. Fue interesante que los miembros de las parejas se repartían entre sí los diferentes cortes, por lo que se puede inferir que ambas personas estaban de acuerdo en los cortes a realizar, y se preocupaban por realizar los cortes con la mayor precisión posible. En esta actividad, las parejas tardaron alrededor de 10 a 15 minutos, y no se observó ninguna dificultad (ver Fotografía 4).



*Fotografía 4. Corte en la barra de jabón, etapa 3*

Además, como parte de esta etapa, las parejas debían realizar un bosquejo isométrico del sólido, dibujándolo en el papel de acuerdo con los lineamientos y las técnicas vistas en lecciones anteriores (ver Fotografía 5). Esta parte tuvo una duración de alrededor de 20 minutos, y se recibieron varias consultas. Estas dudas fueron aclaradas por parte del profesor, y la mayoría solamente requirieron una confirmación de lo realizado.



*Fotografía 5. Trazado de isométrico con base en figura en jabón*

Al finalizar esta etapa, se solicitó a los participantes que se concediera tiempo para que todas las parejas pudieran finalizar, de tal forma que la siguiente actividad fuera realizada de manera conjunta con todos los asistentes. Las personas estudiantes aprovecharon para lavarse las manos, y algunos adicionalmente se preocuparon por mejorar el aspecto físico del modelo creado en la barra de jabón, o compartieron con otras parejas sus resultados.

La cuarta etapa se realizó de forma ligeramente diferente a lo planeado, ya que todas las parejas lograron obtener el sólido y el bosquejo isométrico correcto sin mayores complicaciones y con una escasa ayuda del profesor, por lo que no se vio la necesidad de realizar comparaciones entre diferentes resultados, tal como se había pensado que podría haber sucedido. Se solicitó a cada pareja de trabajo que mostrara el sólido al resto del grupo, y que indicaran cuales etapas les habían resultado más complejas. La mayoría de las parejas indicó que la mayor dificultad se dio en la etapa 1 (conceptualización inicial del sólido) y el final de la etapa 3 (dibujo del isométrico en papel), esto último más que todo por lo indicado anteriormente en la descripción de dicha etapa.

Para el cierre de la clase, se solicitó a los estudiantes contestar de forma libre las siguientes preguntas:

- ¿Creen ustedes que la actividad realizada hoy les ayudó a mejorar su capacidad de visualizar un sólido a partir de dibujos en dos dimensiones?
- ¿Creen que habrían podido resolver un ejercicio de este tipo con la materia vista hasta ese momento, pero sin la actividad realizada ese día?
- ¿De qué forma le resultó más fácil visualizar el sólido inicialmente: mentalmente o por medio de un bosquejo?
- ¿De qué forma se podría mejorar esta actividad para futuras prácticas?

Los estudiantes en general expresaron que la actividad les resultó interesante, y que fue un cambio con respecto a las actividades habituales de la clase. Un estudiante me indicó que esta actividad le había generado expectativa previa.

Además, indicaron que las actividades realizadas les ayudaron para entender el proceso de construcción del sólido, y que la actividad ayudó a mejorar su percepción.

Cuando se consultó sobre la forma en que visualizó el sólido inicialmente (mentalmente o bosquejando sobre papel), se solicitó que se levantara la mano según cada caso, y se observó que la proporción fue de alrededor de 50%/50%.

La mayoría de las personas indicaron que la etapa que más se dificultó fue la visualización inicial del sólido, principalmente planos inclinados (pues en ciertas vistas bidimensionales no son apreciables) y líneas ocultas (las cuales representan características no visibles en las superficies principales). La segunda actividad de más dificultad fue la representación del cuerpo en forma isométrica, principalmente planos inclinados, los cuales en este tipo de dibujos se realizan a partir de referencias de otras líneas y puntos.

Con respecto al sólido construido con jabón, al finalizar la actividad algunas personas estudiantes manifestaron su deseo de conservarlo, mientras que otros indicaron que no era práctico llevárselo pues el material no resistiría un viaje de varias horas, y otros lo desecharon.

Una sugerencia que indicó un estudiante fue de utilizar otro tipo de material, del tipo de arcilla que se utiliza para artes, sin embargo, su compañera de grupo indicó que el jabón tenía la facilidad de poder realizar correcciones en los trazos de líneas. De mi parte se indicó que la utilización de ese material era posible, pero implicaba un costo mayor.

Para aumentar la cantidad de reacciones a la estrategia, se formuló una encuesta en línea, y se solicitó a los estudiantes contestarla tan pronto como les fuera posible después de finalizada la lección. Dicha encuesta y su respectivo resultado se adjuntan en el Anexo 3. Se indicó que la encuesta era totalmente anónima, que no era obligatoria llenarla pero que hacerlo contribuiría con el análisis de resultados, que no era requerido contestar todas las preguntas, y que sus resultados se analizarían de forma conjunta y no individual.

Esta encuesta fue contestada por solo 5 personas. Entre los principales resultados es que se reafirma algunas de las respuestas dadas durante la lección, como por ejemplo las etapas que representaron mayor dificultad, la utilidad de la estrategia, y el deseo de realizar la práctica con otros materiales.

En el documento de encuesta, se solicitó contestar dos preguntas adicionales a las consultadas al cierre de la lección. La primera preguntaba sobre si se consideraba que la técnica sería útil tanto en futuras prácticas para el curso de Dibujo I, o para otros cursos de la carrera. La totalidad de las personas que respondieron indicaron que sí (ver Gráfico 4).

¿Cree usted que la actividad le sea de utilidad en el futuro, ya sea en este curso o en cualquier otro?

5 respuestas

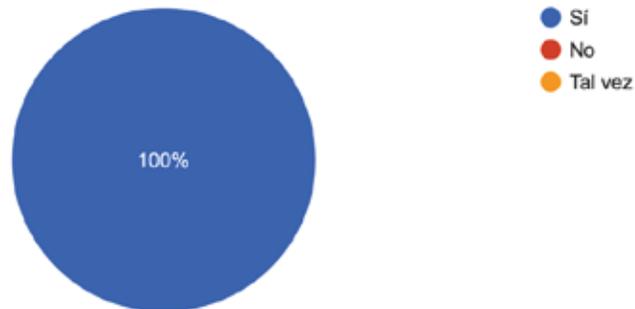


Gráfico 4. Percepción sobre utilidad de estrategia para futuras practicas

En la segunda pregunta se consultó si la estrategia tiene relación con los contenidos del curso, a lo cual de nuevo el resultado fue afirmativo en un 100%.

Al finalizar todas las actividades, se agradeció a los estudiantes su interés y su anuencia a participar en la actividad. La duración total de la lección fue de aproximadamente 1 hora y 45 minutos.

## 4. VALORACIÓN DEL RESULTADO

Se considera que esta experiencia didáctica tuvo mucho éxito, tanto desde el punto de vista del profesor como de los estudiantes.

Desde el punto de vista del docente, permitió explicar una materia que de forma teórica hubiese sido prácticamente imposible, pues tal como se observó con los resultados, las personas estudiantes indicaron que su forma de aprendizaje, manifestada como la visualización de un cuerpo sólido, es variable, y a algunos les resultó más sencillo realizar un bosquejo en papel mientras que otras personas optaron por imaginar la pieza. En el ambiente profesional, personalmente he podido observar este mismo comportamiento, por lo que no implica que uno sea mejor que el otro.

Fue de gran importancia que la asistencia fuera alta, y que incluso un estudiante indicara que la actividad le generaba expectativa, pues indica que este tipo de estrategias son esperadas por las personas estudiantes. Esto se ve reforzado con los comentarios expresados tanto durante el cierre de la lección como en la encuesta posterior, pues las personas estudiantes indicaron que la estrategia fue de su agrado, tanto que solicitaron que se repita posteriormente. Esto último será valorado, pues aunque no se cuenta con tiempo adicional disponible en clase, podría formularse una actividad que implique un grado de complejidad ligeramente mayor (tal como lo solicitó un estudiante en la encuesta), y que sea calificada, para lo cual podrían suministrarse los materiales y que los estudiantes la realicen en sus respectivas casas.

Fue muy interesante observar a las parejas trabajando, pues se fueron asignando de acuerdo con el orden de llegada de las personas, por lo que algunas de ellas no habían tenido interacción de manera previa. Considerando que en el grupo se cuenta con estudiantes de dos carreras diferentes, fue satisfactorio observar que la comunicación entre miembros de las parejas fue constructiva, de forma respetuosa, y aportando sus respectivos puntos de vista para obtener el resultado que satisficiera a ambas partes. En el campo de la ingeniería, este tipo de interacciones es de suma importancia, pues los proyectos usualmente implican la formación de grupos de trabajo interdisciplinario, y no necesariamente es posible elegir a las personas con que se colaborará, por lo que estas interacciones se deben promover en la formación universitaria.

Entre cada etapa, el profesor realizó intervenciones en cada pareja de trabajo, para revisar el avance y realizar preguntas del tipo “¿están de acuerdo ambos miembros de la pareja con lo realizado hasta ahora?”, “¿qué líneas deben marcar en cada cara?”, “¿qué material van a cortar en cada cara?”. Se trató de evitar cualquier comentario sobre si lo realizado hasta el momento estaba correcto o no, y se intervino más que todo indicando si faltaba alguna información, por ejemplo, caras del sólido que no se habían marcado con líneas.

Durante las diferentes etapas de la estrategia, las consultas por parte de las personas estudiantes fueron muy pocas, y la gran mayoría fueron para confirmar sus interpretaciones o información. La etapa que generó más dificultad fue el dibujo del isométrico, pues existían ciertos planos inclinados los cuales generaban líneas que se podían confundir al momento de dibujarlas. Esto se aprovechó para recordar a las personas estudiantes que el dibujo de objetos tridimensionales en superficies planas genera inconsistencias, las cuales son necesarias para poder dibujar los sólidos de forma que facilite su representación en dos dimensiones.

Tal como se indicó en la sección anterior, ninguna pareja cometió errores significativos, por lo que la etapa de comparación entre personas que hubieran construido el mismo sólido fue omitida, pues carecía de sentido. Esta comparación hubiese sido útil en caso de que existieran diferencias apreciables, pues se hubiera aprovechado para que todo el grupo, o miembros de las diferentes parejas, se reunieran y discutieran sus ideas, para que determinaran el resultado correcto, sin embargo, se considera que aunque esta vez no haya sido necesaria, esta etapa no debería eliminarse, sino que debe valorarse en cada oportunidad su pertinencia.

Resultó interesante también observar que las personas tienen nociones sobre los procesos que deben llevarse a cabo para transformar una figura inicial en un resultado deseado, lo cual inicialmente puede parecer trivial,

sin embargo, requiere un análisis sobre las herramientas, el orden de las operaciones, la dirección de los movimientos de la cuchilla, la profundidad y velocidad de corte del material, y otros factores que son muy necesarios para procesos de manufactura a escala industrial.

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del Cuadro 2, se observa que el costo de esta estrategia requiere una inversión por estudiante de alrededor de ₡430,00. Este monto es bastante bajo, e incluso posibilita que las personas estudiantes adquieran sus propios materiales, si es que desean realizar una actividad similar por su propia cuenta.

Con respecto a los comentarios de los estudiantes, se realizará un análisis de algunos de ellos.

Se indicó por parte de una estudiante que le pareció muy importante que la cuchilla utilizada correspondiera con los tipos de cortes a realizar, los cuales eran todos en línea recta. En respuesta a esto se indicó que efectivamente todo proceso tanto de ingeniería como de cualquier otro ámbito requiere valorar las herramientas adecuadas desde un inicio. A esto, otro estudiante indicó que hubiese sido difícil realizar el corte de un agujero y que en ese caso hubiese sido necesario alguna herramienta que pudiera perforar, lo cual refuerza la idea de que este tipo de actividades amplía el conocimiento más allá de las actividades realizadas, posibilitando que la persona estudiante construya su conocimiento a partir de experiencias previas, idea principal de la metodología del aprendizaje profundo mencionado anteriormente.

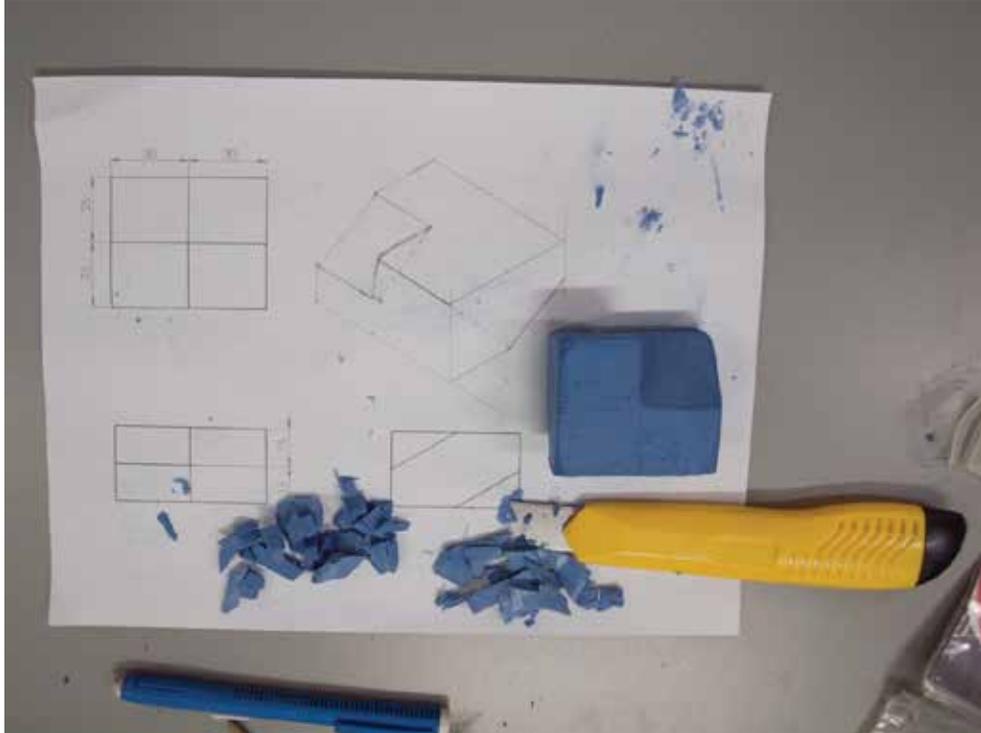
Otro comentario expresado por varias personas es el deseo de realizar la actividad en otra oportunidad ya sea con figuras más complejas, o con diferentes materiales. Esto puede interpretarse como una aprobación de la estrategia realizada, y su deseo de seguir experimentando con esta técnica, lo cual podría valorarse para ser incluido tanto en lecciones adicionales, como en asignaciones a los estudiantes. Este comentario apoya parte del diagnóstico inicial realizado, en el cual se consultó sobre las actividades preferidas durante el tiempo de clase, y la mayoría de las personas indicó su preferencia por actividades de tipo práctico.

Y para finalizar con los comentarios de los estudiantes, resultó interesante que semanas después de realizada la actividad, una estudiante comentó que ella guardó el sólido que construyó en su casa, pues se siente orgullosa de haberlo realizado. Este tipo de comentarios hacen ver que las actividades realizadas no solamente contribuyeron con la formación profesional de las personas estudiantes, sino que generan sentimientos de realización, que mejoran el ambiente de aprendizaje.

Estos resultados parecen indicar que la estrategia didáctica cumplió con el objetivo planteado inicialmente, pues las personas estudiantes pudieron construir el sólido y lograron representarlo adecuadamente sin mayores dificultades. Además, se pueden interpretar como un incentivo para seguir realizando la estrategia.

Con respecto a la aplicación de la estrategia en un futuro, se pueden acoger varias de las solicitudes expresadas por las personas estudiantes. Por ejemplo, se podría valorar la adquisición de otros tipos de herramientas, que permitan la elaboración de construcciones más complejas, así como la adquisición de materiales como arcilla para arte. Además, dado que se utilizó un tiempo menor al inicialmente planeado, se podría valorar la realización de dos ejercicios, cumpliendo así la solicitud de los estudiantes por construir más sólidos y con un grado de complejidad diferente.

A futuro, se considera que esta estrategia podría ser de interés del curso Dibujo II, donde se realizan diseños más complejos y se incluyen herramientas de diseño y modelado por computadora, y donde sería posible escalarla hasta llegar a la utilización de impresoras 3D o máquinas de manufactura por control numérico por computadora (CNC), por lo que se buscará compartir la experiencia con el personal docente involucrado.



*Fotografía 6. Resultado final de actividades*

## ANEXOS

Anexo 1. Instrumento utilizado para diagnóstico del grupo y respuestas obtenidas

# Cuestionario para curso de Didáctica Universitaria

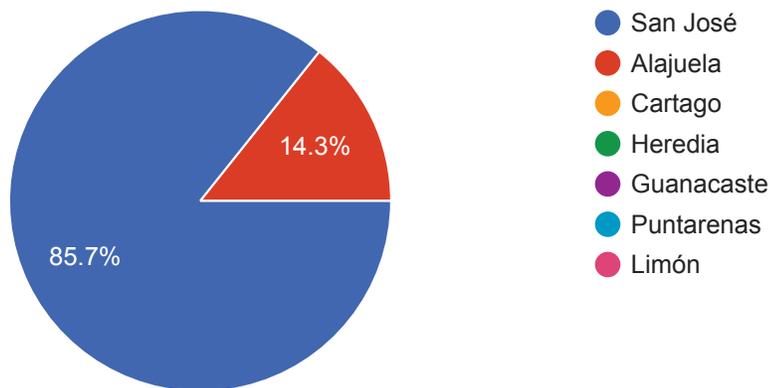
7 respuestas

[Publicar análisis](#)

## Provincia donde reside

 Copiar

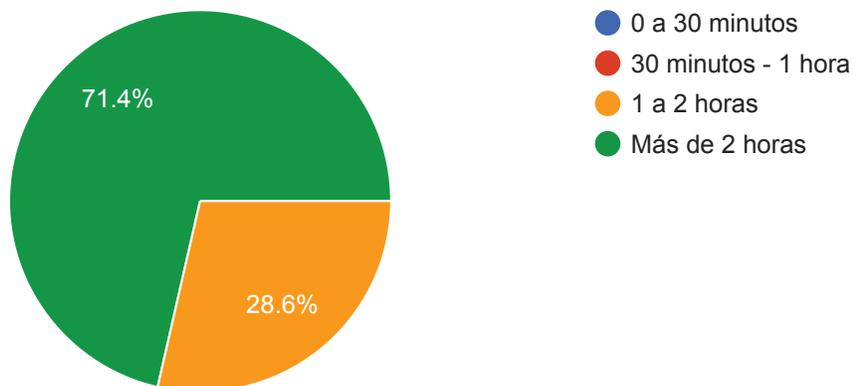
7 respuestas



## ¿Cuánto tiempo debe usted viajar para llegar desde su lugar de residencia hasta la Sede de Alajuela?

 Copiar

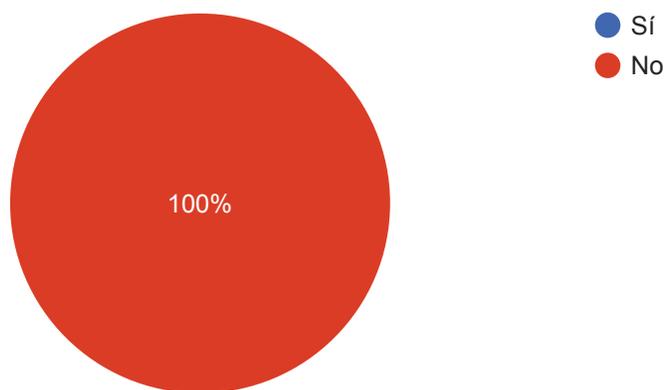
7 respuestas



¿Además de estudiar, labora?

 Copiar

7 respuestas

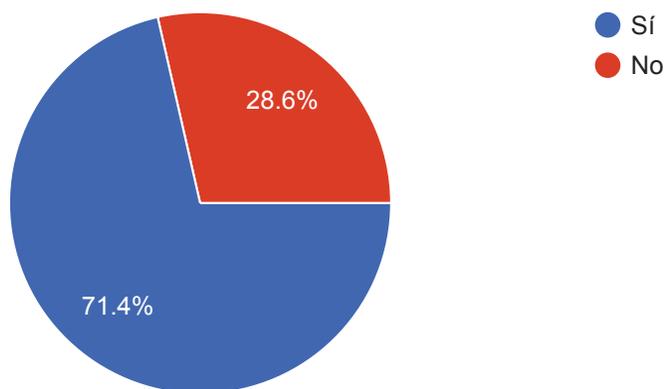


### Aspectos generales de la carrera

¿Actualmente se encuentra inscrito en la carrera que usted deseaba estudiar inicialmente?

 Copiar

7 respuestas



## ¿Qué aspectos, temas o áreas de interés le llamaron la atención para elegir la carrera que estudia actualmente?

7 respuestas

Las diferentes áreas de trabajo en las que me puedo desempeñar

La mecánica

La importancia de las ingenierías

Campo laboral

Todo lo que implica

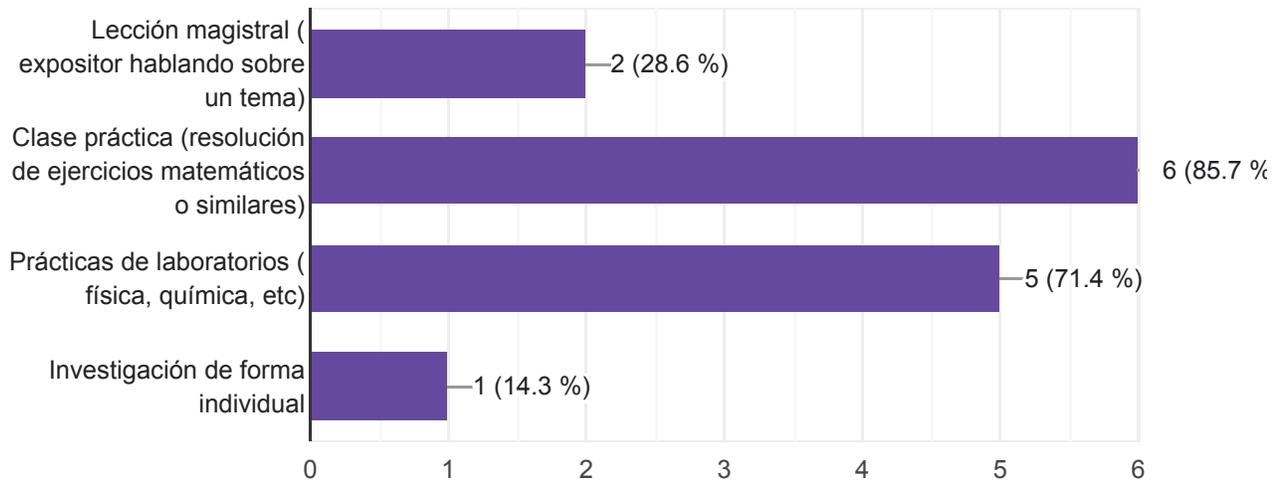
flexibilidad de la misma

Que es una rama de lo que queria estudiar inialmente, Mecatrónica

## ¿Qué tipo de actividades prefiere durante el tiempo de clase?

 Copiar

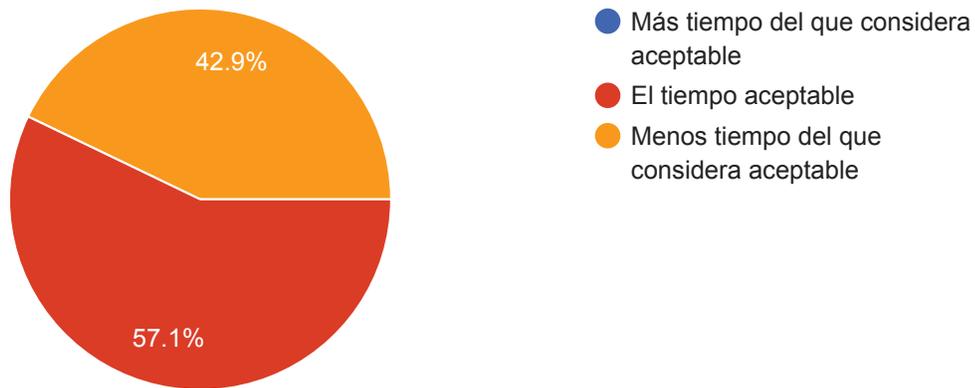
7 respuestas



Considera que el tiempo que dedica a sus estudios es:

 Copiar

7 respuestas



De acuerdo con su experiencia en **todos los cursos** de la carrera que ya ha llevado, indique el o los temas que más le han resultado más difíciles de asimilar

7 respuestas

Todo lo que tiene que ver con química y la manera en que algunos profesores dan las clases

Las ecuaciones diferenciales

Las matemáticas

Calculo, físicas y química

Químicas

espacios vectoreales

Derivadas, Integrales, Trigonometría, Estequiometría, pero el problema radica más en cómo plantean las preguntas en las evaluaciones.

De acuerdo con opiniones que usted haya escuchado de otros estudiantes de nivel superior, cuales cursos o temas que usted considere podrían serle de difícil comprensión **en cursos futuros de su carrera**

7 respuestas

Algunos cursos de Matemáticas y física son los que mas he escuchado hablar que pueden llegar a estancarnos un poco

Ecuaciones diferenciales y temas de termodinámica

Mecánica

Calculos

No he escuchado nada aún

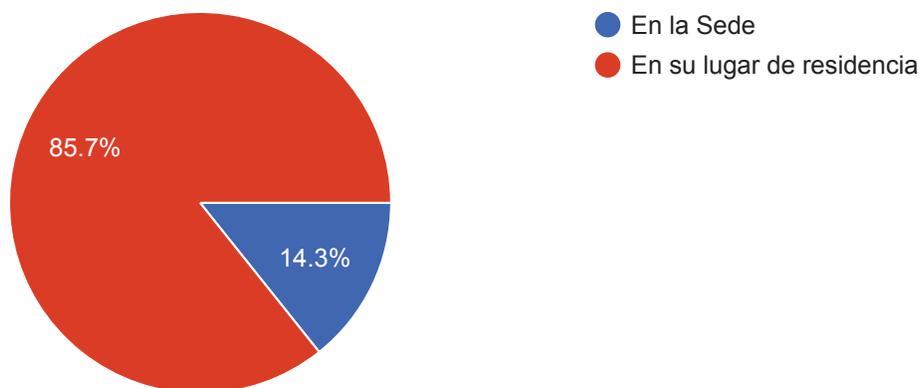
Dinamica

Cálculos de física y ecuaciones diferenciales.

¿Dónde prefiere realizar usted su estudio individual (tareas, proyectos)?

 Copiar

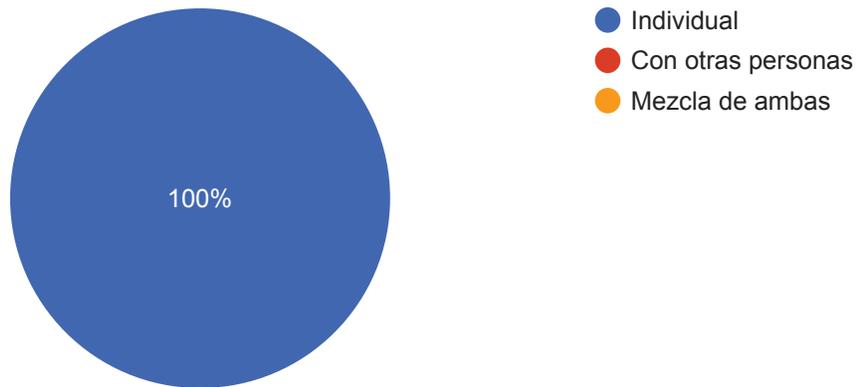
7 respuestas



¿Acostumbra usted a estudiar de forma individual o con otras personas?

 Copiar

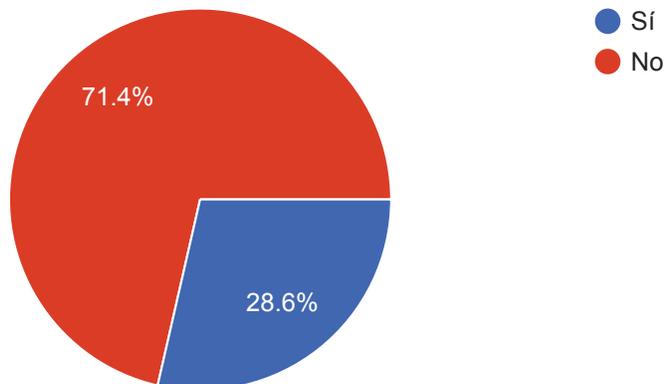
7 respuestas



¿Cuenta usted con alguna adecuación curricular?

 Copiar

7 respuestas

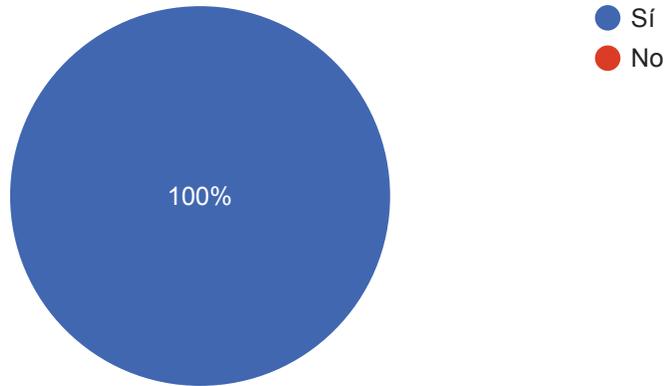


Consultas específicas sobre curso Dibujo I

¿Cuenta usted con un espacio de trabajo adecuado para realizar las tareas del curso de Dibujo I? (Espacio suficiente, iluminación adecuada, ambiente propicio)

 Copiar

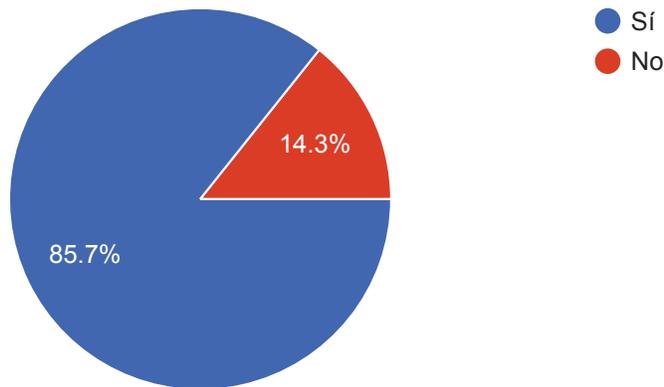
7 respuestas



¿Estaban disponibles todos los materiales requeridos para el curso al momento que realizó la compra?

 Copiar

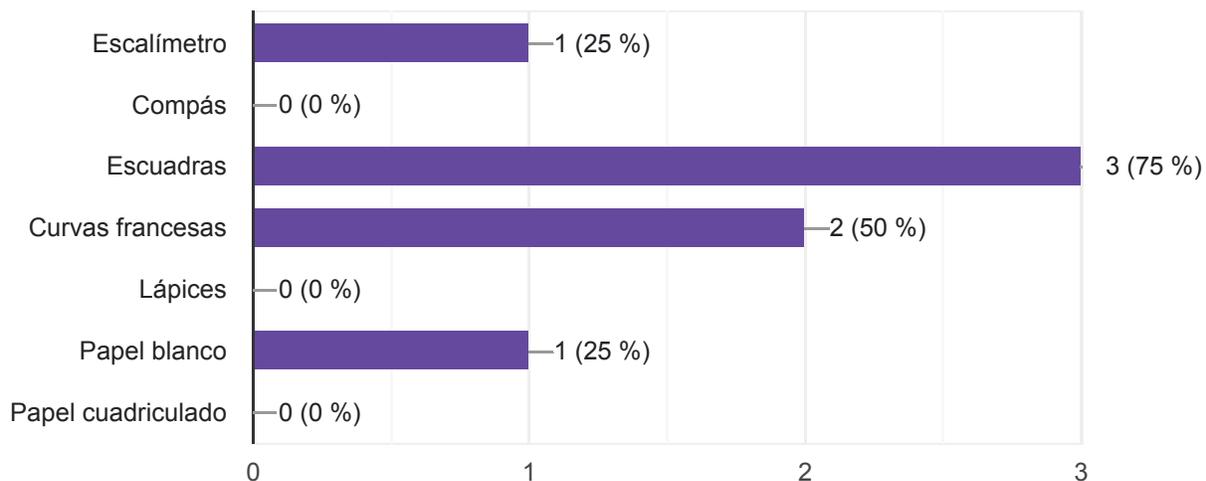
7 respuestas



Indique si le fue difícil conseguir alguno de los siguientes materiales (por ejemplo, no estuvo disponible por varias semanas)

 Copiar

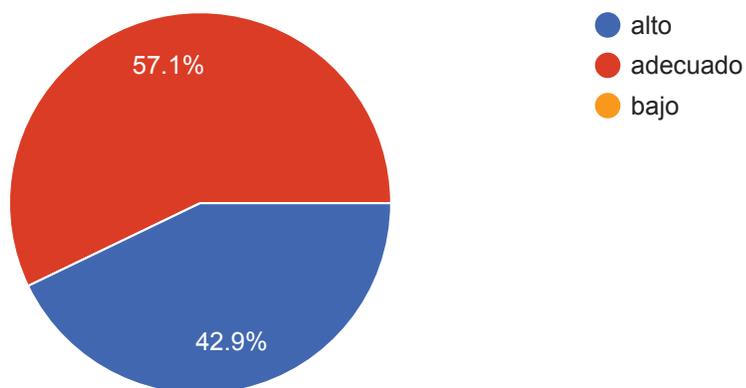
4 respuestas



Con respecto al curso Dibujo I IM-202, considera usted que el costo de los materiales solicitados para el curso es:

 Copiar

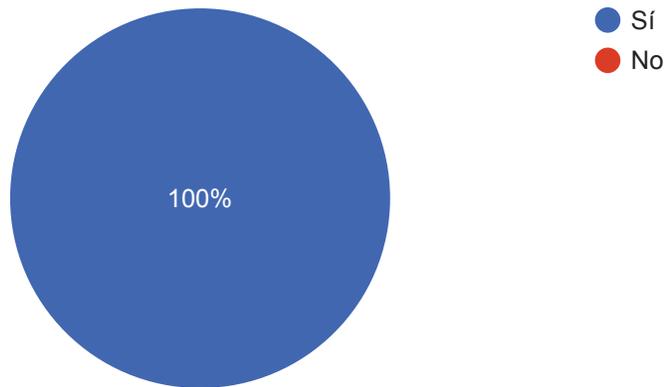
7 respuestas



¿Considera usted que el curso Dibujo I es necesario en el plan de estudios de su carrera?

 Copiar

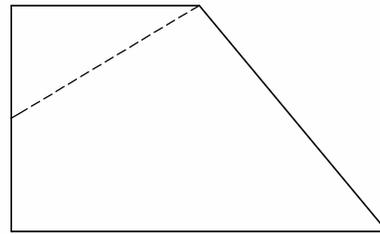
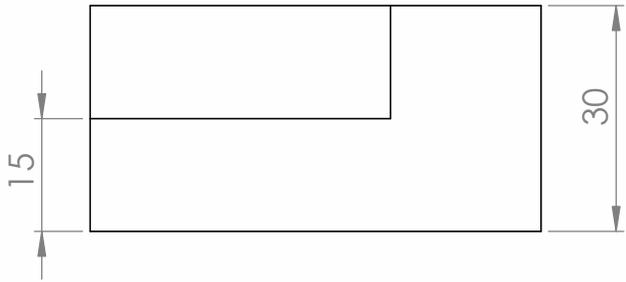
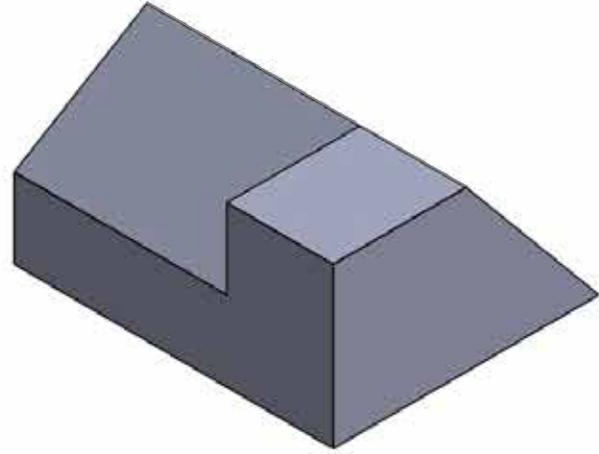
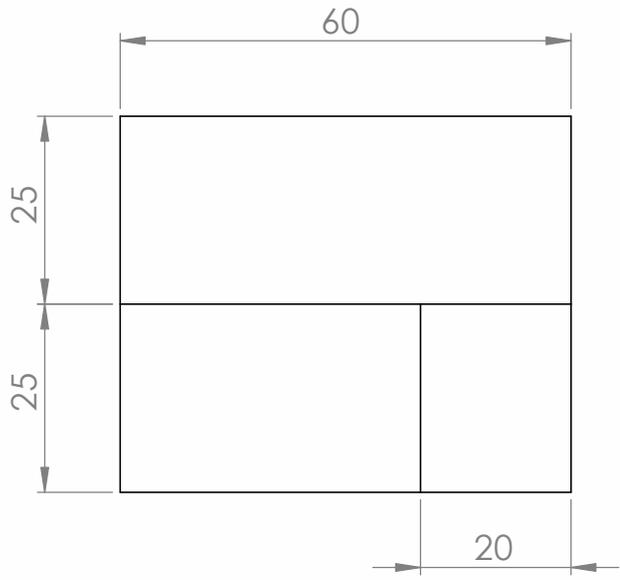
7 respuestas

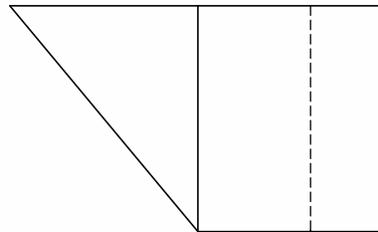
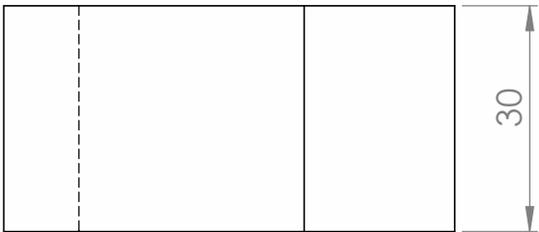
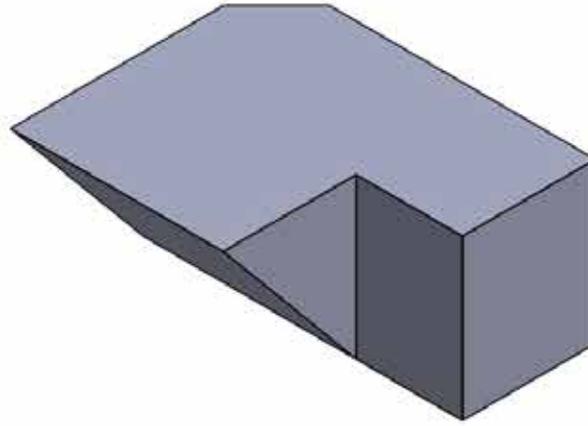
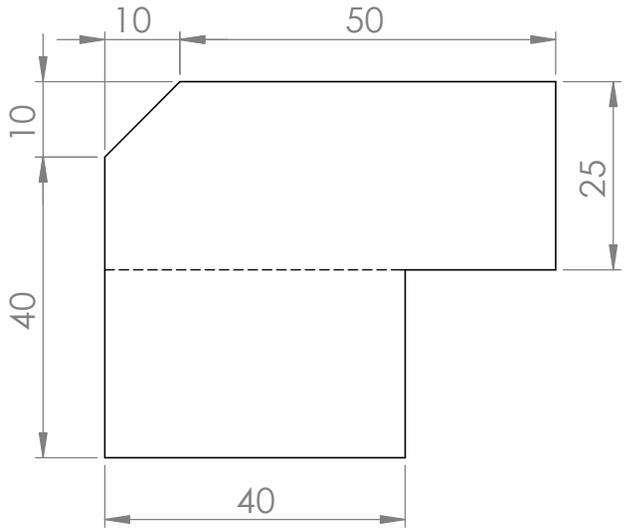


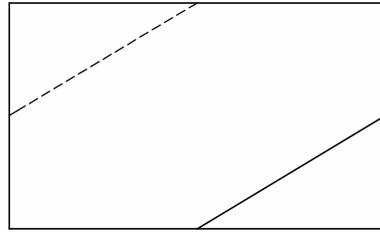
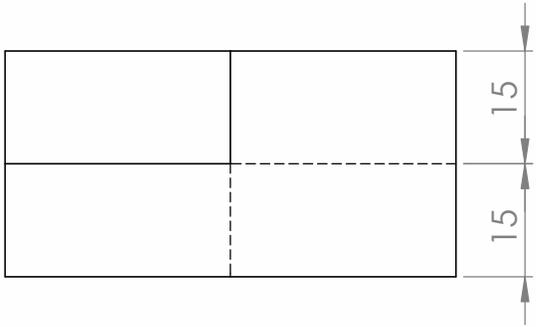
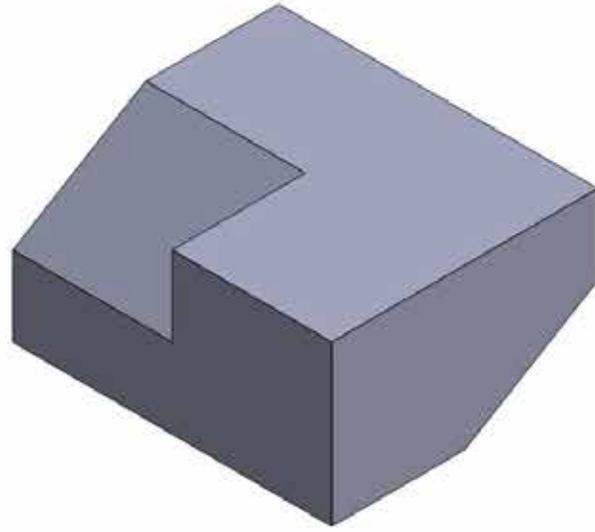
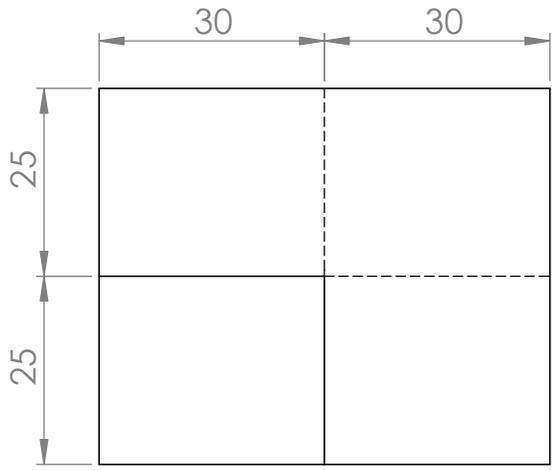
Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios

## Anexo 2. Vistas en dos dimensiones entregadas a las personas estudiantes, y sólidos resultantes







### Anexo 3. Instrumento realizado para evaluación de actividad por parte de las personas estudiantes y respuestas

# Formulario de experiencia de actividad - construcción de sólido con barra de jabón

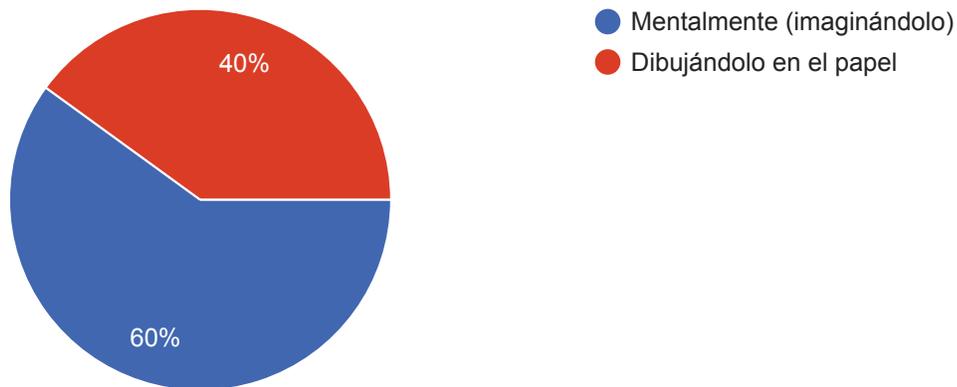
5 respuestas

[Publicar análisis](#)

¿De qué forma le resultó más sencillo visualizar inicialmente el objeto en sus tres dimensiones? (Antes de marcar las líneas o cortar el jabón)

 Copiar

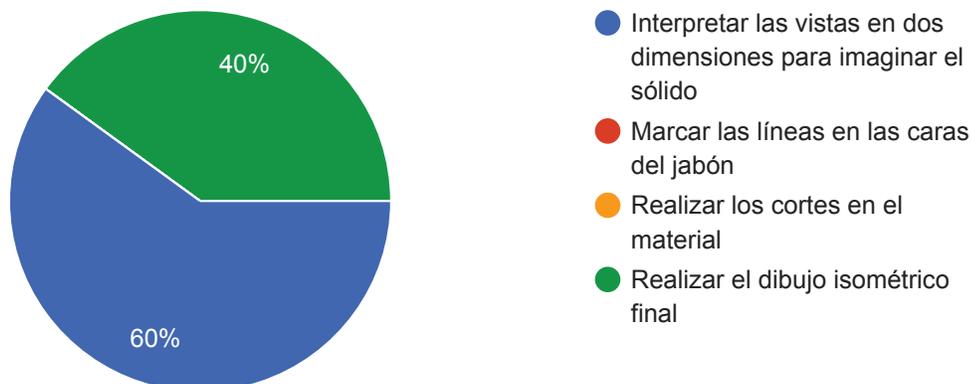
5 respuestas



¿Qué etapa de la práctica le resultó más difícil?

 Copiar

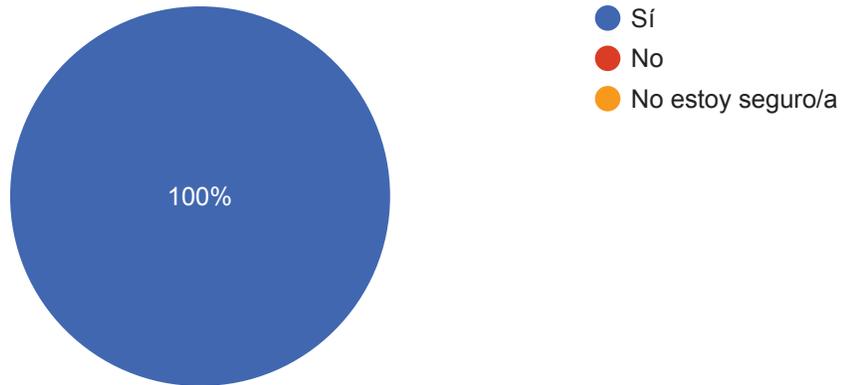
5 respuestas



¿Cree usted que esta práctica le ayudó a mejorar su habilidad para visualizar objetos en 3 dimensiones?

 Copiar

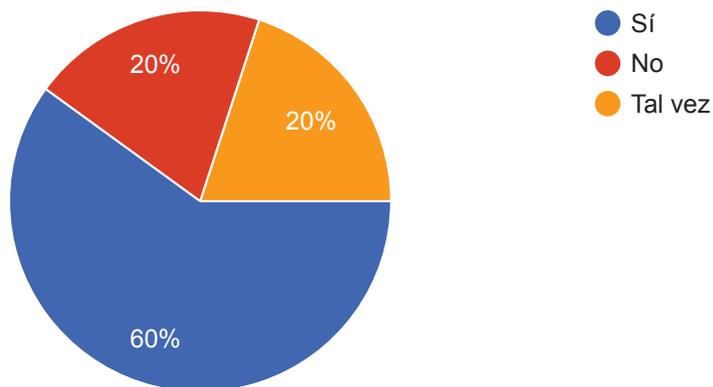
5 respuestas



¿Cree usted que hubiera podido dibujar el isométrico a partir de las vistas proporcionadas en dos dimensiones sin utilizar la construcción en jabón?

 Copiar

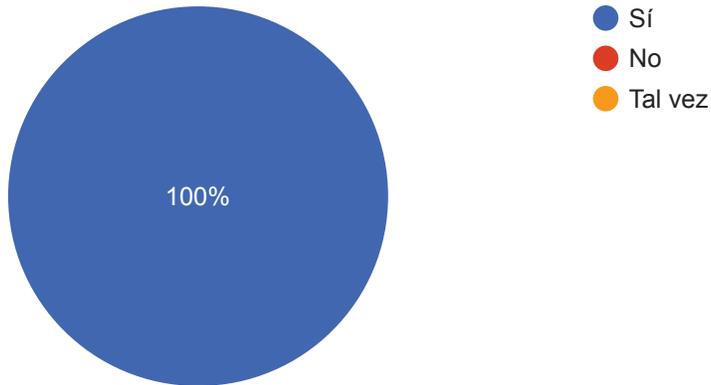
5 respuestas



¿Cree usted que la actividad le sea de utilidad en el futuro, ya sea en este curso o en cualquier otro?

 Copiar

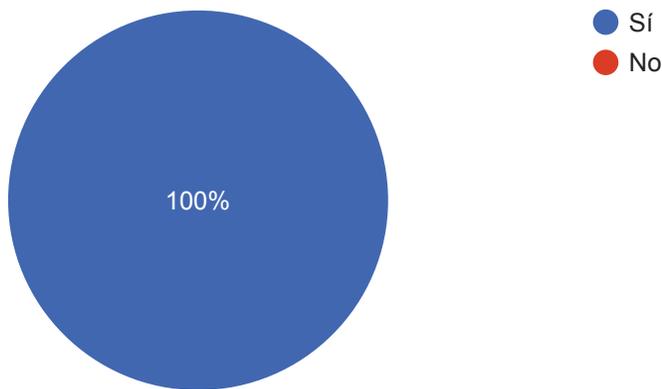
5 respuestas



¿Considera usted que la práctica realizada tiene relación con los contenidos del curso Dibujo I?

 Copiar

5 respuestas



¿Qué aspecto le agradó más de la práctica realizada?

5 respuestas

Cortar el jabón para darle la forma.

Todo, ya que fue una manera mas didáctica y significativa para aprender la mayoría de temas vistos en la clase de dibujo

Hacer la figura en el jabon

Realizarlo de manera física en un sólido

Hacer la figura en el jabón

¿Qué aspecto de la práctica considera se podría mejorar o cambiar?

5 respuestas

Para mi es más fácil ver el sólido en el dibujo, por lo que haría el isometrico antes de cortar el sólido.

Por el momento ninguno, aunque sería genial que se realizarán mas prácticas con figuras más complejas, para animar al los estudiantes a afrontar nuevos retos.

Quizas el material con el que se hizo la figura

El material del sólido

Hacer la figura con otros materiales

Google no creó ni aprobó este contenido. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios



## REFERENCIAS

### Bibliografía

- Escuela de Ingeniería Mecánica. (Agosto de 2022). Programa del Curso Dibujo I IM-0202. Alajuela, Alajuela, Costa Rica.
- Pérez Villalobos, M. V. (2013). Autoeficacia, Enfoque De Aprendizaje Profundo Y Estrategias De Aprendizaje. *INFAD Revista de Psicología*, 341-346.
- Biggs, J. (1987). *The Study Process Questionnaire (SPQ): Manual*. Melbourne, Australia: Australian Council for Educational Research.