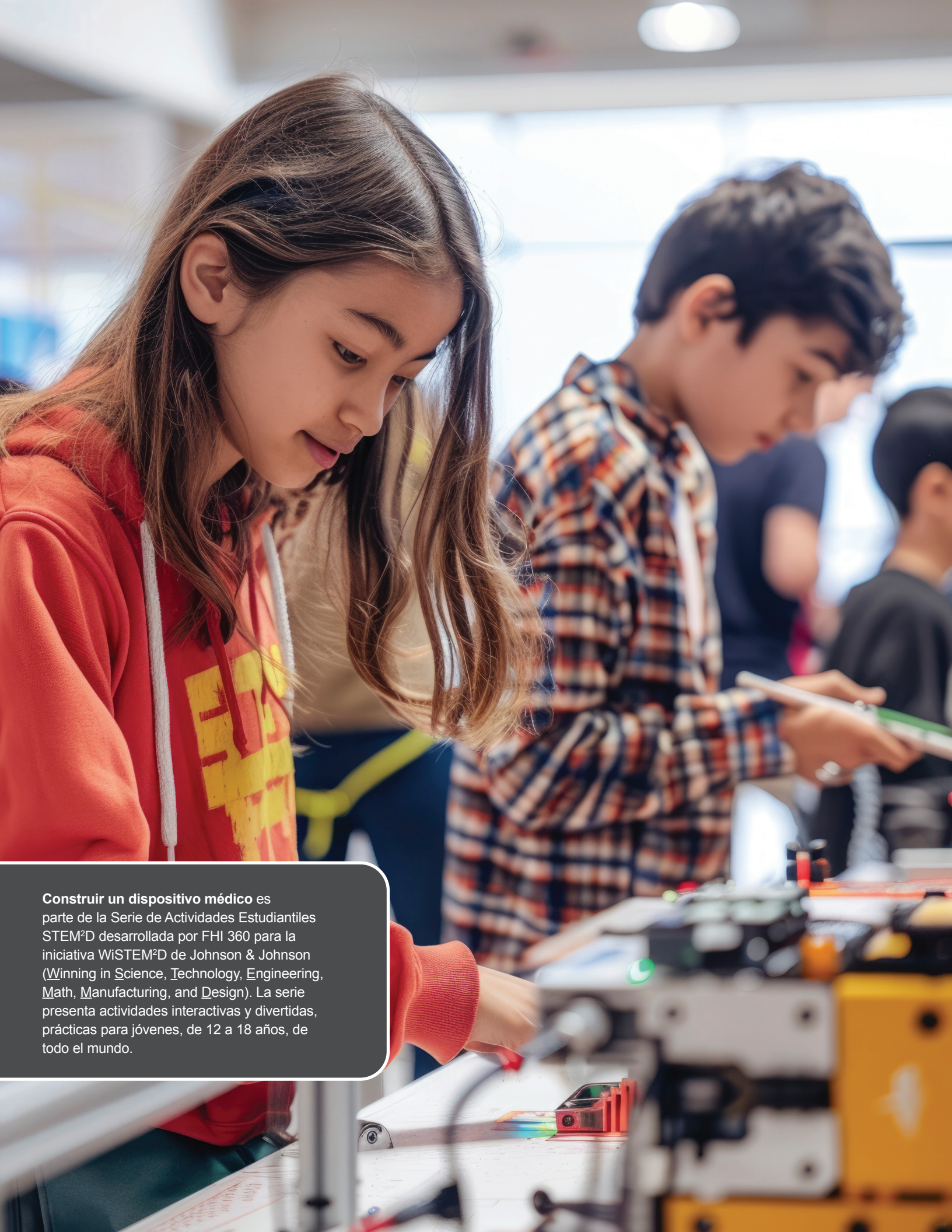


CONSTRUIR UN DISPOSITIVO MÉDICO

Temas de STEM²D:

Diseño
Ingeniería

Población objetivo:
Estudiantes, de 12 a 18 años



Construir un dispositivo médico es

parte de la Serie de Actividades Estudiantiles STEM²D desarrollada por FHI 360 para la iniciativa WiSTEM²D de Johnson & Johnson (Winning in Science, Technology, Engineering, Math, Manufacturing, and Design). La serie presenta actividades interactivas y divertidas, prácticas para jóvenes, de 12 a 18 años, de todo el mundo.

CONSTRUIR UN DISPOSITIVO MÉDICO

Temas STEM²D: Diseño, Ingeniería
Población objetivo: Estudiantes, de 12 a 18 años

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

En esta actividad práctica en equipo, las estudiantes diseñarán, construirán y probarán un dispositivo médico que satisfaga las necesidades del cliente.



TIEMPO ESTIMADO

Esta sesión lleva unos **150 minutos** en total y debe realizarse en una sesión.

DESCUBRIMIENTOS DE LAS ESTUDIANTES

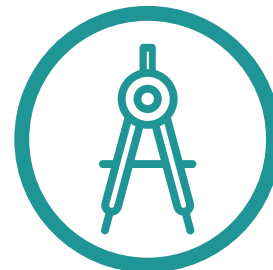
Las estudiantes:

- Participarán en una experiencia de aprendizaje en equipo.
- Desarrollarán importantes habilidades STEM²D Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, Manufactura y Diseño, tal como el pensamiento creativo, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones y el trabajo en equipo.
- Se percatarán de que STEM²D ofrece diversas y estimulantes oportunidades de carrera.
- Se divertirán experimentando STEM²D.

LISTA DE PREPARACIÓN

Materiales:

- Lista de verificación previa a la actividad
- Formulario “Contar mi historia”
- Hoja de puntuación del desafío, *1 por equipo para el Juez*
- Computadora con proyector, altavoces y acceso a Internet
- PowerPoint: Construir un dispositivo médico
- Vídeo: Cirugía laparoscópica: Cómo se hace (Conferencia de Enfermería de SingJealth, 2017) <https://www.>



Habilidades de STEM²D

- Colaboración
- Comunicación
- Pensamiento crítico
- Toma de decisiones
- Solución de problemas
- Trabajo en equipo
- Prueba

[youtube.com/watch?v=gwocfmcKebc](https://www.youtube.com/watch?v=gwocfmcKebc)

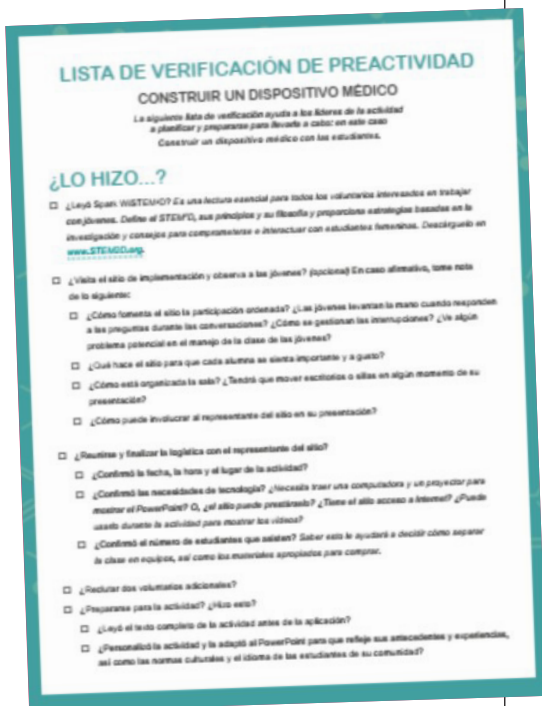
- Folleto para estudiantes: Desafío Construir un dispositivo médico, *1 por estudiante*
- Folleto para estudiantes: Formulario del costo de los bienes, *1 por equipo*
- Trócar de 18 mm (instrumento quirúrgico con un punto de corte de tres lados encerrado en un tubo)
- Dispositivo de cronometraje (temporizador de teléfono móvil o cronómetro)
- Recipiente de 5 galones lleno de agua
- 12 pequeños globos llenos de agua
- Reglas (con mm y cm), *1 por equipo y 1 para el Juez*
- Materiales del Desafío Dispositivo médico:
 - 10–15 brochetas de madera
 - 50 limpiadores de tuberías
 - 1 bolsa de bolas de algodón (50-100 cuentas)
 - 50 pajitas de plástico
 - 50 cuentas de plástico (tamaño: 8 mm)
 - 50 cuentas de madera (tamaño: 8 mm)
 - 75 bandas de goma
 - 75 clips de papel
 - 6 tubos de pegamento
 - 12 barras de pegamento
 - 3 rollos de cinta eléctrica
 - 25 etiquetas blancas (tamaño máximo 1x3 pulgadas)
 - 25 etiquetas de color (tamaño máximo 1x3 pulgadas)
 - 50 adhesivos pequeños (círculos y estrellas)

Costo estimado:

Los líderes de la actividad pueden esperar incurrir en gastos de materiales de 50 dólares al completar esta actividad con 30 estudiantes repartidas en equipos de cinco. Los materiales anteriores se basan en 30 estudiantes.

Preparación de la actividad del líder

1. **Lea Spark WiSTEM²D.** Es una lectura esencial para todos los voluntarios interesados en trabajar con jóvenes. Define los principios y la filosofía de STEM²D y proporciona estrategias basadas en la investigación y consejos para comprometerse e



- interactuar con las estudiantes. Descárguelo en www.STEM2D.org
2. Revise la **Lista de verificación previa a la actividad** (al final de este documento) para obtener detalles y pasos específicos para la planificación, preparación y ejecución de esta actividad.
 3. Vea el **Resumen de Actividades Estudiantiles STEM²D** para información adicional.
 4. Consiga dos voluntarios para que le ayuden en las siguientes funciones: Proveedor y Juez; se recomiendan voluntarios adicionales que deben asignarse a equipos específicos.
 5. Prepare un “Almacén de materiales”, una mesa o área de la sala donde los equipos puedan comprar los materiales del Proveedor.

INSTRUCCIONES PASO A PASO: CONSTRUIR UN DISPOSITIVO MÉDICO

1. Bienvenida y presentaciones (5 minutos)

- Deles la bienvenida a las estudiantes.
- Preséntese diciendo su nombre, título y su organización/ empresa.
- Comparta con ellas lo que aprenderán sobre las carreras STEM²D y cómo aplicarán las habilidades STEM²D durante la sesión.
- **¿Qué es STEM²D?** Explique que se refiere a STEM²D: Mujeres en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, Fabricación y Diseño (WiSTEM²D, por sus siglas en inglés Science, Technology, Engineering, Mathematics, Manufacturing, and Design, o STEM²D).
- Pida a las estudiantes y otros voluntarios que se presenten y digan su área favorita de STEM²D y por qué es su favorita.
- **(Diapositiva Plan de hoy)** Revise la agenda. Explique que hoy las estudiantes diseñarán, construirán y probarán un dispositivo médico que satisfaga las necesidades del cliente.

2. Concienciación de la carrera: Diseño e ingeniería en el mundo del trabajo (10 minutos):

- **(Diapositiva STEM²D en el mundo del trabajo)** Inicie la discusión inicial y una actividad de tormenta de ideas. Considere la posibilidad de preguntar: ¿Cómo cree que el diseño y la ingeniería se utilizan todos los días en el lugar de



PALABRAS CLAVE

- Atraumático
- Concepto
- Ingeniería
- Laparoscopia
- Masa
- Piloto
- Proceso
- Rentable
- Prototipo
- Fiabilidad
- Esterilización
- Sostenido
- Trócar



CONSEJOS PARA INICIAR CONVERSACIONES

- ¿Qué área STEM²D es tu favorita?
- ¿Por qué elegiste esa área de STEM²D como tu favorita?
- ¿Cuál sería el trabajo de tus sueños?
- ¿Dónde te ves dentro de cinco o diez años?



CONSEJOS SOBRE LAS CARRERAS STEM²D

Comparta con las estudiantes que hay muchos tipos diferentes de carreras relacionadas con STEM²D. Posibles carreras STEM²D relacionadas con esta actividad:

- Ingeniero biomédico
- Ingeniero de diseño industrial
- Ingeniero de fabricación
- Marketing y ventas
- Asuntos médicos
- Ingeniero de embalaje
- Ingeniero de producción
- Analista de calidad y pruebas/ingeniero/científico
- Científico de esterilización

trabajo?

- **(Diapositivas Contar mi historia)** Hable sobre su formación y su carrera. Use el formulario de “Contar mi historia” como base para sus comentarios. Prepárese para describir su trabajo o un día típico, y proporcione información sobre sus antecedentes, incluyendo:
 - Cuando/por qué desarrolló interés por el Diseño y/o la Ingeniería
 - Las clases/cursos que tomó en la escuela secundaria.
 - ¿Cuál fue su trayectoria universitaria, incluyendo la universidad a la que asistió y el título logrado? Si cambió de estudios, explique el motivo a las estudiantes.
 - Qué implica su puesto actual. Asegúrese de incluir cómo usa el diseño y/o la ingeniería y lo que hace en un día laboral típico.
- Incluya hechos sobre diseño, ingeniería y otrascarreras STEM²D:
 - Dígales a las estudiantes que su carrera es solo unade las muchas disponibles en las disciplinas STEM²D.
 - Explique que las carreras STEM²D tienen alta demanda y son de alto crecimiento y se prevé que sigan igual en los próximos diez años.
 - Comparta algunos títulos de trabajo y carreras de Johnson& Johnson que pueden estar alineados con esta actividad (por ejemplo, Ingeniero biomédico, Ingeniero de diseño, Analista de calidad y pruebas, Marketing y ventas).

3. Presentación del contenido (25 minutos)

- **(Diapositiva ¿Qué es Ingeniería?)** Explique: La Ingeniería es la aplicación de conocimientos científicos, económicos, sociales y prácticos para diseñar, construir, mantener y mejorar estructuras, máquinas, dispositivos, sistemas, materiales y procesos. Indique que la disciplina de la ingeniería es extremadamente amplia y abarca una gama de campos especializados, cada uno de los cuales hace hincapié en un área particular de la tecnología y el tipo de aplicación.
- **(Diapositiva Antecedentes de la cirugía)** Subraye que la ingeniería ha llevado a mejoras significativas en la cirugía. Por ejemplo:

- Los cirujanos solían hacer grandes incisiones para acceder a los músculos, órganos, huesos, etc.
- Hoy en día, los cirujanos pueden acceder a estas áreas a través de tres o cuatro pequeñas incisiones (laparoscopia).
- Recientemente, se han introducido sistemas robóticos para acceder a las mismas áreas con una sola incisión o un agujerito, logrando los mismos resultados.
- **(Diapositiva de cirugía laparoscópica)** Explique: La laparoscopia es un procedimiento quirúrgico en el que se introduce un instrumento de fibra óptica a través del abdomen (un solo orificio o tres o cuatro pequeñas incisiones) para ver los órganos y realizar un procedimiento. Afirman que hay muchos beneficios de la laparoscopia en comparación con la cirugía tradicional. Revise los beneficios que aparecen en la diapositiva con las estudiantes.
- **(Diapositiva Ejemplos de dispositivos laparoscópicos vendidos por J&J)** Diga: Johnson & Johnson Medical (ETHICON), una división de Johnson & Johnson, desarrolla dispositivos laparoscópicos y ha contribuido a muchos avances en el campo de la laparoscopia, tales como dispositivos de sellado de vasos, dispositivos de corte, dispositivos de grapado, dispositivos de ligadura, ¡y muchos más!
- **(Diapositiva trócar)** Dígalas a las estudiantes: Un dispositivo laparoscópico es un trócar; un trócar es un dispositivo médico con forma de bolígrafo que se utiliza en cirugía. Tiene una punta afilada de tres lados (triangular) en un extremo. Se sujeta a un tubo hueco (conocido como cánula o manga) y se utiliza para crear una abertura que será punto de acceso durante la cirugía. Mínimamente invasivo, es extremadamente beneficioso para el paciente, como se ve en la imagen.
- Si el tiempo lo permite, haga clic en los enlaces del PowerPoint para mostrar la **Diapositiva vídeo** de 2 minutos, que simula una cirugía laparoscópica.
- **(Diapositiva Ingeniería de un nuevo producto)** Explique que hay muchos procesos de ingeniería diferentes. Revise el proceso de tres fases, que se utilizará en la actividad de hoy:
 1. Fase 1: Diseño: Los pasos clave durante esta fase



CONSEJOS PARA HACER CONEXIONES

Anime a las estudiantes a:

- Hacer preguntas si no entienden algo
- Resumir lo que han aprendido
- Explicar su proceso de pensamiento en voz alta

incluyen:

- *Diseño de concepto*. Este primer paso es crítico; incluye el análisis y la identificación de lo que el cliente quiere o necesita y la creación de un concepto (una idea o plan general) basado en esos insumos.
- *Planificación de productos*. En este paso se expone la razón por la que la empresa debe perseguir el concepto y se proporciona un plan sobre cómo se logrará el concepto (cómo será el diseño, quién proporcionará las piezas, cuáles son los deseos/necesidades fundamentales y cuánto tiempo llevará su desarrollo).

2. Fase 2: Desarrollo Los pasos incluyen:

- *Construir prototipo*. Este paso implica la creación del primer prototipo (modelo) en pleno funcionamiento del producto propuesto para mostrarlo. No es probable que se fabrique este prototipo original; el diseño es susceptible de cambiar significativamente a lo largo del camino, basándose en pruebas en un entorno controlado. Se realizan pruebas para ver si el prototipo produce el resultado deseado. Se rediseña y reconstruye para perfeccionar el prototipo de trabajo.
- *Producción piloto*. Este paso implica pilotar o probar su proceso de fabricación para determinar si puede crear su diseño final de forma consistente. En esta fase también se tiene en cuenta el diseño del embalaje y la integración con la producción.

3. Fase 3: Producción. Los pasos incluyen:

- *Producción en masa*. Este paso comienza cuando se ha demostrado que se puede crear el diseño final de forma consistente utilizando el proceso de fabricación desarrollado y se puede empezar a producir el producto para venderlo a los clientes.
- *Apoyo sostenido*. Este paso comienza después de lanzar el producto a los clientes y no termina hasta que el producto ya no se vende. Las actividades pueden incluir soporte técnico, marketing y ventas

personalizadas, soporte de garantías y quejas, y mejoras en el diseño. (Definir **sostenido**: prolongado por un período prolongado o sin interrupción.)

- Indique que a lo largo del proceso de ingeniería, en cada fase y en todos los pasos, se produce una revisión del diseño. Todo el equipo evalúa continuamente la capacidad y el rendimiento del diseño para cumplir los requisitos; si se identifican inquietudes o deficiencias, se modifica el diseño.
- **(Diapositiva Cuesta carísimo)** Explique: Se requieren muchos trabajos para lanzar un nuevo producto, especialmente en los sectores de la salud o la medicina. Estos trabajos incluyen:
 - Ingeniero biomédico Se especializan en el desarrollo y diseño de productos médicos
 - Ingenieros de diseño industrial/diseño: Productos de diseño
 - Especialistas en etiquetado: Escriba las instrucciones de uso
 - Representantes de marketing y ventas: Promocionar o vender el producto
 - Ingenieros de fabricación: Establecer la línea de producción
 - Gerentes de compras / Especialistas en la cadena de suministro: Obtener las materias primas y determinar la logística para llevar el producto de fabricación al cliente
 - Personal de Asuntos Médicos: Proporcionar conocimientos médicos especializados en relación con los procedimientos
 - Ingenieros de embalaje: Diseñar el embalaje del producto
 - Científicos preclínicos: Someten a pruebas los productos para asegurarse de que funcionan correctamente
 - Analistas de calidad y pruebas: Responsable de la funcionalidad del producto, la fiabilidad y la seguridad del paciente
 - Personal de Asuntos Regulatorios: Trabaje con la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) para aprobar los dispositivos
 - Científicos de esterilización: Trabajan en proceso de **esterilización** (eliminan las bacterias u otros



CONSEJOS PARA TRABAJAR CON LAS ESTUDIANTES

- Haga preguntas abiertas para animarlas a reflexionar y comentar. Por ejemplo:
 - ¿Cómo decidió qué materiales utilizar?
 - ¿Qué factores determinaron el diseño de su dispositivo médico?
 - ¿Qué fue lo más difícil de construir el dispositivo médico?
 - ¿Hiciste cambios en tu diseño? ¿Por qué?
 - ¿Cómo determinó quién asumiría cada papel?
 - ¿Qué ha aprendido hasta ahora en este proceso?
- Ayude a las estudiantes a mantenerse conscientes del tiempo durante el desafío de grupo.
- Anime a todas las estudiantes a participar en las diferentes etapas del desafío.
- Muévase por el espacio de aprendizaje y proporcione apoyo cuando sea necesario.

microorganismos de máquinas y útiles) para que los dispositivos no transmitan patógenos cuando se utilicen.

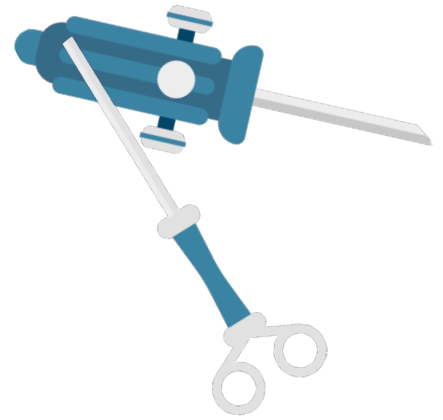
- Anote cualquier otro papel relevante de Johnson & Johnson.
- **(Diapositiva ¿Preguntas?)** Pregunte a las estudiantes si tienen alguna pregunta sobre Ingeniería, el proceso de ingeniería, o las diversas carreras asociadas con el desarrollo de productos. Responda a las preguntas de las estudiantes.

4. Actividad de aprendizaje: Construir un dispositivo médico (60 minutos) *Divide la actividad de aprendizaje de 65 minutos en dos secciones: 1) Visión general (10 minutos) y 2) el Desafío del equipo (50 minutos). Inicie la visión general:*

- **(Diapositiva Desafío construir un dispositivo médico)** Divida a las estudiantes en equipos de cinco miembros y que se sienten juntas el resto de la sesión. (Si un equipo no tiene cinco miembros, que alguien desempeñe un doble papel) Distribuya los folletos de las estudiantes y entregue una regla a cada equipo.
- **(Diapositiva Hacer real la Ingeniería)** Explique: Trabajarán en equipo de cinco personas para diseñar un prototipo de dispositivo médico que cumpla las necesidades del cliente, las normas de seguridad y las restricciones comerciales.
- **(Diapositiva Tareas del desafío)** Revise las tareas principales:
 - Trabajar en equipo. Cada miembro asumirá un papel específico.
 - Diseñar un prototipo de dispositivo médico que cumpla todos los requisitos del producto (necesidades del cliente, normas de seguridad y restricciones comerciales).
 - Construir el prototipo usando solo los materiales disponibles para la compra.
 - Determine el nombre del dispositivo y los puntos de venta del producto.
 - Presente el prototipo.
 - Los equipos tienen 50 minutos para completar todas las tareas y tres para presentarlas al Juez.
- Presente al Juez (el voluntario asignado a esta función). Indique que el Juez escuchará las presentaciones y determinará si cada equipo cumple con los requisitos del cliente, las normas

de seguridad y los requisitos comerciales.

- **(Diapositiva Roles y responsabilidades del desafío)** Estado: Cada miembro del equipo tendrá un papel en la creación del prototipo:
 - Ingeniero de diseño: Desarrolla un concepto que cumple con todos los requisitos del producto
 - Gerente de compras: Compra y hace un seguimiento de todos los materiales utilizados y los costos
 - Ingeniero de manufactura: Construye el prototipo y hace las modificaciones recomendadas
 - Gerente de marketing y ventas: Desarrolla los requisitos del producto y los medios para venderlo al cliente
 - Analista de calidad y pruebas: Asegura la funcionalidad del producto y la alineación con las normas de seguridad
- Dígales a los equipos que el Folleto de las estudiantes ofrece detalles adicionales sobre cada papel. Deles a los equipos un minuto para determinar el papel de cada miembro.
- **(Diapositiva Requisitos del producto: La voz del cliente)** Reúna a todo el grupo. Recuerde a los equipos que el prototipo debe satisfacer las necesidades de los clientes. Explique: Sus clientes (un panel de cirujanos) tienen necesidades específicas:
 - Cirujano Dr. Smith: “Quiero ser capaz de empujar el tejido fuera de mi campo quirúrgico”
 - Cirujano Dr. Anderson: “Soy zurdo y quiero que sea fácil de usar.”
 - Cirujano Dr. Wu: “Quiero que sea una extensión natural de mi mano”
 - El cirujano Dr. Johnson: “Necesito poder ver la punta del dispositivo cuando está en el tejido”
- **(Requisitos del producto: Diapositiva Normas de seguridad y requisitos comerciales)** Establece que hay otros requisitos para el producto:
 - Normas de seguridad. El dispositivo debe:
 - Ser atraumático: no puede dañar al tejido
 - Encajar en un trócar de 18 mm
 - Ser lo suficientemente largo como para extenderse a través de una cánula de 15 cm
 - Permanece ensamblado cuando se sumerge en el





agua durante un minuto

- Restricciones/requisitos comerciales. El dispositivo debe:
 - Tener un nombre y diseños detallados para la aplicación de la patente
 - Sea eficiente en cuanto a costos: el precio de venta es de 20,00 \$ máximo
 - Ser rentable (una actividad que produce beneficios o ganancias financieras): mantener el Costo de los Bienes (COG) a menos del 20 % del precio de venta (16,00 \$, máximo)
 - Incluya un adhesivo de seguimiento
- **(Diapositiva ¿Puedes convertir esto en esto otro?)** Explique: Cada producto comienza como un concepto (una idea o plan general) antes de ser vendido a un cliente. En muchos casos, el concepto original se desarrolla en un prototipo inicial utilizando materiales básicos para ayudar a visualizar cómo puede ser el diseño final.
- **(Diapositiva Materiales)** Estado: Los equipos pueden utilizar diversos suministros para construir sus dispositivos; cada suministro está asociado a un valor en dólares. Como se indica en los requisitos del negocio, el dispositivo se venderá por 20 dólares, y el coste total de los materiales debe ser un 20 % menos que el precio de venta para ser rentable (16 dólares, máximo).

Los costos de los suministros son los siguientes:

- Brocheta de madera = 1,00 \$
- Limpiador de tuberías = 0,75 \$
- Bola de algodón = 0,75 \$
- Pajilla de plástico = 0,65 \$
- Cuenta de plástico = 0,65 \$
- Cuenta de madera = 0,50 \$
- Banda de goma = 0,50 \$
- Clip para papel = 0,50 \$
- Cinta eléctrica (6 pulgadas de longitud) = 0,25 \$
- Pegamento = 0,20 \$
- Barra de pegamento = 0,20 \$
- Etiqueta de color = 0,20 \$
- Etiqueta blanca 0,10 \$

- Pegatina de estrella = 0,10 \$
- Pegatina del círculo = 0,05 \$
- Señale el almacén de materiales y presente al Proveedor (el voluntario asignado para distribuir los suministros). Indique que cada Gerente de compras adquirirá los materiales del almacén de materiales y registrará el costo de todos los materiales adquiridos y utilizados en el formulario del costo de los bienes; cualquier material no utilizado puede devolverse al almacén. Recuerde que el costo de los materiales debe ser menos del 20 % del precio de venta.
- Recuerde a los equipos que tienen 50 minutos para diseñar, construir y probar su diseño, así como para preparar la presentación.
- Señale el área de pruebas de rendimiento designada. Enfaticé que los equipos pueden probar sus prototipos en cualquier momento para asegurarse de que cumplen con los requisitos del desafío.
- Anime a los equipos a revisar el Folleto de estudiantes para obtener instrucciones adicionales sobre el desafío.
- **(Diapositiva ¿Preguntas?)** Pregunte a las estudiantes si tienen alguna pregunta sobre el desafío antes de empezar. Responda a las preguntas de las estudiantes.
- **(Diapositiva Desafío construir un dispositivo médico)** Indique a los equipos que comiencen el desafío de 50 minutos.
- Mientras los equipos trabajan en el desafío, circulen por la sala haciendo preguntas a las estudiantes sobre sus diseños. Si bien puede sentirse tentado a dar sugerencias para mejorar, consérvelas hasta el período de reflexión de la actividad para dar a los equipos la oportunidad de trabajar en el proceso de diseño del producto.

5. Prueba de rendimiento (35 minutos)

Después de 50 minutos, vuelva a reunir al grupo grande. Indique que es hora de que cada equipo pruebe y presente su dispositivo al grupo grande.

- **(Diapositiva Puntuación)** Vuelva a presentar al Juez, el voluntario asignado para esta tarea. Informe a los equipos de que el Juez verificará el coste de los materiales de cada equipo y puntuará el prototipo en función de los requisitos del producto. Consulte la lista de verificación de la diapositiva. Proporcione al Juez una hoja de puntuación de desafíos para cada equipo.
- **(Diapositiva Presentaciones de equipo y prueba de rendimiento)** Recuerde a las estudiantes que el Gerente de Marketing de cada equipo hará la presentación de tres minutos. Indique que las pruebas se realizarán inmediatamente después de la presentación.
- Elija al azar un equipo para que venga al frente de la sala con su dispositivo. Pídale al Gerente de Marketing que empiece la presentación.
- Una vez que la presentación esté completa, pídale al Gerente de compras del equipo que indique el costo de los materiales utilizados para construir el dispositivo. Confirme que el coste total de los materiales no supera 16 dólares (20 % menos que el coste máximo del dispositivo de 20 dólares).
- Pruebe el dispositivo con el Analista de calidad y pruebas del equipo:
 1. Coloque el dispositivo a través del trócar de 18 mm.
 2. Mida el dispositivo usando la regla métrica para verificar que supera los 15 cm.
 3. Utilice el dispositivo para empujar un globo de agua a una distancia de 6 pulgadas dentro del recipiente lleno de agua.
 4. Sumerja completamente el dispositivo en el recipiente lleno de agua durante un minuto. (Pídale al Juez que use el temporizador.)
- Haga que el Juez sume el número de respuestas “Sí” en la hoja de puntaje del equipo.
- Repita el proceso de presentación y prueba con cada equipo hasta que todos los equipos hayan tenido la oportunidad de presentar y probar sus dispositivos.
- Anuncie los equipos que tuvieron más éxito (basado en las

puntuaciones del Juez).

- Recuerde a las estudiantes que los productos son a menudo rediseñados o reconstruidos a medida que pasan por el proceso de desarrollo de la ingeniería Repeat the presentation and testing process with each team until all teams have had a chance to present and test their devices.
- **(Diapositiva ¿Qué aprendimos?)** Haga a las estudiantes las siguientes preguntas
 - ¿Cuál fue la decisión más crítica que tomó su equipo durante el proceso de diseño?
 - ¿Qué aprendiste sobre el trabajo en equipo?
 - ¿Cuál fue la decisión más crítica que tomó tu equipo durante el proceso de fabricación?
 - ¿Qué fue lo difícil de diseñar y construir su dispositivo médico?
 - ¿Qué cambiarías de tu diseño si lo hicieras de nuevo?

6. Diapositiva Reflexión del estudiante (15 minutos)

- **(Diapositiva Reflexión)** Pida a las estudiantes que se relajen con la actividad. Pídale que pasen unos minutos pensando en las preguntas de la lista y luego pida a las estudiantes que compartan sus pensamientos.
 - ¿Qué ha aprendido sobre ingeniería?
 - ¿Cómo cree que esta actividad se relaciona con una carrera en ingeniería y/o trabajando en Johnson & Johnson?
 - ¿Puedes verte como profesional de STEM²D? ¿En qué papel? ¿Por qué o por qué no?
 - ¿Qué necesitarías para que eso suceda?
 - ¿Qué es lo que aprendiste que no sabías al entrar?

Aprendizaje ampliado

Aquí hay algunas formas de extender el aprendizaje:

- Investigar el uso de la robótica en la cirugía.
- Dirigir **la construcción de un brazo protésico** (una actividad estudiantil de WiSTEM²D centrada en el Diseño y la Fabricación). Mire: <https://www.STEM²D.org/prosthetic>
- Implementar **Crear, Probar y Fabricar** (una actividad estudiantil del WiSTEM²D enfocada al diseño y la fabricación). Mire: <https://www.STEM²D.org/activities/#makeit>
- Pruebe **Catapulta de bola de algodón** (una actividad estudiantil del WiSTEM²D centrada en el diseño y la ingeniería). Mire: <https://www.STEM²D.org/activities/#catapult>

Palabras clave

- **Traumático:** causando una mínima lesión de los tejidos
- **Concepto:** una idea o plan general
- **Ingeniería:** la rama de la ciencia y la tecnología que se ocupa del diseño, la construcción y el uso de motores, máquinas y estructuras
- **Laparoscopia:** un procedimiento quirúrgico en el que un instrumento de fibra óptica se inserta a través de la pared abdominal para ver los órganos en el abdomen o para permitir un procedimiento quirúrgico
- **Piloto:** actividad o creación hecha como un experimento o prueba antes de introducir algo más ampliamente
- **Proceso:** una serie de acciones o medidas adoptadas para lograr un fin determinado
- **Rentable:** una actividad que produce beneficios o ganancias financieras
- **Prototipo:** un modelo simple que le permite probar su idea
- **Esterilización:** el proceso de hacer algo libre de bacterias u otros microorganismos vivos
- **Sostenido:** que puede ser prolongado por un período prolongado o sin interrupción
- **Trócar:** un instrumento quirúrgico en forma de bolígrafo con una cabeza de corte agudo de tres lados (triangular) en un extremo

Resources and References

Los siguientes recursos proporcionan información o actividades adicionales:

- Automatización, innovación y negocios - STEM para niños: <https://stemforkids.net/programs/advanced-manufacturing/>
- Presentando el proceso de diseño: https://pbskids.org/designsquad/pdf/parentseducators/DS_TG_DesignProcess.pdf
- Afrontar el proceso de diseño de ingeniería con los niños: <https://stemactivitiesforkids.com/2016/02/25/690/>
- Vídeo: El proceso de diseño de Ingeniería - una fiesta de tacos: https://www.youtube.com/watch?v=MAhpfFt_mWM
- Vídeo: Kid Engineer - El Escuadrón de Diseño de Procesos de Diseño: <https://www.youtube.com/watch?v=FuzmxrqqBLc>

LISTA DE VERIFICACIÓN DE PRACTICIDAD: CONSTRUIR UN DISPOSITIVO MÉDICO

La siguiente lista de verificación ayuda a los líderes de la actividad a planificar y prepararse para llevarla a cabo: en este caso **Construir un dispositivo médico con las estudiantes**.

¿LO HIZO...?

- ¿Leyó **Spark WiSTEM²D**? Es una lectura esencial para todos los voluntarios interesados en trabajar con jóvenes. Define el STEM²D, sus principios y su filosofía y proporciona estrategias basadas en la investigación y consejos para comprometerse e interactuar con estudiantes. Descárguelo en www.STEM2D.org.
- ¿Visita el sitio de implementación y observa a las jóvenes? (opcional) En caso afirmativo, tome nota de lo siguiente:
 - ¿Cómo fomenta el sitio la participación ordenada? ¿Las jóvenes levantan la mano cuando responden a las preguntas durante las conversaciones? ¿Cómo se gestionan las interrupciones? ¿Ve algún problema potencial en el manejo de la clase de las jóvenes?
 - ¿Qué hace el sitio para que cada alumna se sienta importante y a gusto?
 - ¿Cómo está organizada la sala? ¿Tendrá que mover escritorios o sillas en algún momento de su presentación?
 - ¿Cómo puede involucrar al representante del sitio en su presentación?
- ¿Reunirse y finalizar la logística con el representante del sitio?
 - ¿Confirmó la fecha, la hora y el lugar de la actividad?
 - ¿Confirmó las necesidades de tecnología? ¿Necesita traer una computadora y un proyector para mostrar el PowerPoint? O, ¿el sitio puede prestárselo? ¿Tiene el sitio acceso a Internet? ¿Puede usarlo durante la actividad para mostrar los videos?
 - ¿Confirmó el número de estudiantes que asisten? Saber esto le ayudará a decidir cómo separar la clase en equipos, así como los materiales apropiados para comprar.
- ¿Reclutar dos voluntarios adicionales?
- ¿Prepararse para la actividad? ¿Hizo esto?
 - ¿Leyó el texto completo de la actividad antes de la aplicación?
 - ¿Personalizó la actividad y la adaptó al PowerPoint para que refleje sus antecedentes y experiencias, así como las normas culturales y el idioma de las estudiantes de su comunidad?
 - ¿Revisó la sección de notas de las diapositivas en el PowerPoint para compartir información?

- ¿Previsión del vídeo? (opcional)*
 - Complete el formulario “Contar mi historia”, que lo preparará para hablar sobre su trayectoria educativa y profesional con las estudiantes. Si lo desea, incluya los puntos clave de su historia en el PowerPoint (vea Diapositiva Contar mi historia). ¿Cómo puede involucrar al representante del sitio en su presentación?
- ¿Practica su presentación, incluyendo la actividad práctica y mental? Asegúrese de*
 - Haga la actividad; asegúrese de que puede explicar los conceptos a las estudiantes, si es necesario, y que sabe las respuestas correctas.
- ¿Obtener los materiales necesarios? (ver las secciones **Materiales y Estimación de los costos de los materiales**)*
 - ¿Desplegó el sitio apropiadamente para la actividad? Específicamente:*
 - Asegúrese de que las mesas y las sillas estén dispuestas para acomodar a los equipos de cinco estudiantes.
 - Llene los globos con agua. No ponga los globos a disposición de las alumnas hasta la prueba de rendimiento final.
 - Llene el recipiente de 5 galones con agua.
 - Designe un área para el almacén de materiales (una mesa con todos los suministros para el desafío
 - que los equipos pueden comprar para el desafío). El Proveedor supervisará la tienda.
 - Designar un área de pruebas de rendimiento (colocar el contenedor y el trócar donde las estudiantes puedan acceder a ellos para probar sus dispositivos).
 - Configure la computadora y el proyector para la presentación de PowerPoint. Asegúrese de que los altavoces y la conexión a Internet estén disponibles para mostrar el vídeo.
 - Asigne dos voluntarios para los roles de Proveedor y Juez.
 - Si se dispone de voluntarios adicionales, asigne adultos a equipos específicos.
 - Traiga una cámara, si lo desea, para tomar fotografías.
- ¿Obtener y recopilar los permisos y formularios de cesión de fotografías para llevar a cabo la actividad, si procede?*
- ¡DIVIÉRTASE!

Formulario “Contar mi historia”

Este formulario ayudará a los voluntarios a prepararse para hablar de su STEM²D, intereses, formación y trayectoria profesional de una manera relevante y personal.

SOBRE USTED

Nombre: _____

Cargo: _____

Campaña: _____

¿Cuándo empezó a interesarse en STEM²D y por qué? _____

¿Qué espera que las y los jóvenes obtengan de esta actividad? _____

DATA CURIOSOS

Cuente alguna cosa de su pasado. Ideas:

- o Comparta un recuerdo de su niñez donde mostró su primer interés en STEM²D.
- o Detalle el recorrido, destaque lo intentado, lo aprendido, los pasos dados hacia el éxito.
- o Los fracasos o reveses también son excelentes para hablar de las dificultades o desafíos y de cómo los superó.

FORMACIÓN Y TRAYECTORIA PROFESIONAL

¿Qué clases o cursos ha realizado en la enseñanza secundaria y en la universidad que más le ayudaron le interesaron? _____

¿Cómo supo que quería seguir una carrera profesional STEM²D? _____

¿Cuál fue su trayectoria universitaria, incluyendo la universidad a la que asistió y el título logrado?

Si cambió de estudios, explique el motivo a las y los estudiantes. _____

Qué implica su puesto actual. *Asegúrese de incluir cómo utilizar STEM²D en un día normal de trabajo.* _____

PUNTUACIÓN DEL DESAFÍO

El Juez deberá utilizar este formulario (uno por equipo) para confirmar que el prototipo de cada equipo cumple con los requisitos establecidos del producto.

DESAFÍO CONSTRUIR UN DISPOSITIVO MÉDICO

¿SATISFACEN LOS REQUISITOS?	LAS NECESIDADES DEL CLIENTE? CHEQUEO (✓) SI ES QUE SÍ
¿Es fácil de usar?	
¿Puede usarse con la mano izquierda y la derecha?	
¿Puede empujar el tejido de forma segura?	
¿Se puede ver la punta?	

NORMAS DE SEGURIDAD	
¿Es seguro utilizarlo en un tejido?	
¿Encaja en un trócar de 18 mm?	
¿Es lo suficientemente largo para extenderse 15 cm?	
¿Se mantiene ensamblado cuando se sumerge?	

LIMITACIONES/REQUISITOS COMERCIALES	
¿Tiene un nombre?	
¿Se proporcionan diseños detallados?	
¿Cumple con el 20 % de los COG?	
¿Lleva etiqueta de rastreo?	

TOTAL SÍES (✓)	
-----------------------	--

El desafío:

Trabajar en equipo para diseñar un prototipo de dispositivo médico que cumpla los requisitos especificados.

Tareas:

1. Trabajar en equipo.
2. Asigne a cada miembro un papel específico.
3. Diseñe un prototipo que cumpla con todos los requisitos del producto.
4. Construir el prototipo usando solo los suministros disponibles para la compra en la Tienda de Materiales.
5. Determine el nombre del dispositivo e identifique los puntos clave de venta del producto.
6. Presente el prototipo (presentación de 3 minutos, máximo).

Requisitos del producto:

El dispositivo debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Necesidades del cliente:**
 - Empujar el tejido fuera de la vista
 - Ser fácil de usar
 - Ser una extensión natural de la mano
 - Manejarse con la mano derecha o izquierda
 - La punta del dispositivo puede verse
- **Normas de seguridad:**
 - Es atraumático, no daña el tejido
 - Encaja a través de un trócar de 18 mm
 - Es lo suficientemente largo para extenderse a través de una cánula de 15 cm
 - Se mantiene ensamblado cuando se sumerge en el agua durante un minuto
- **Criterios comerciales:**
 - Tiene un nombre y diseños detallados para la aplicación de la patente
 - Es rentable, el precio de venta es de 20 dólares, máximo
 - Es rentable - el costo de los bienes (COG) es menos del 20 % del precio de venta (16,00 \$ máximo)
 - Incluye una pegatina de seguimiento

Funciones y responsabilidades del equipo:

Antes de realizar el diseño y la construcción, determine el papel de cada miembro del equipo:

- **Ingeniero de diseño:** Desarrolla un concepto que satisface las necesidades del cliente
- **Gerente de compras:** Compra y hace un seguimiento de todos los materiales utilizados y los costos
- **Ingeniero de manufactura:** Construye el prototipo inicial utilizando el concepto de diseño y hace modificaciones (o reconstruye) el prototipo para asegurar que sea funcional y cumpla con las normas de seguridad
- **Analista de calidad y pruebas:** Prueba y evalúa cada prototipo para asegurar la funcionalidad y la seguridad del producto
- **Director de marketing y Gerente de ventas:** Desarrolla los requisitos del producto y los medios para venderlo al cliente

Instrucciones:

El equipo tiene 50 minutos para diseñar, construir y probar un prototipo de dispositivo médico que cumpla las necesidades específicas de los clientes. Utilice las siguientes pautas:

- **Ingeniero de diseño.** Las principales responsabilidades de su trabajo son:
 - Comprender las necesidades de los clientes
 - Proponer un diseño inicial del producto
 - Esbozar posibles diseños para el nuevo producto
 - Comunicar las necesidades de material al Gerente de compras
 - Comunicar las especificaciones de diseño al ingeniero de fabricación
 - Rediseñar el dispositivo basado en la realimentación de los otros miembros del equipo
- **Gerente de compras.** Las principales responsabilidades de su trabajo son:
 - Compra los materiales necesarios en el almacén de materiales
 - Rastrea los materiales adquiridos y utilizados en todos los prototipos en el formulario de Costo de los materiales
 - Calcula el costo total de los materiales
 - Devuelve los materiales no utilizados al almacén Se asegura de que los materiales no utilizados no estén incluidos en tu formulario de Costo de materiales.
- **Ingeniero de fabricación** Las principales responsabilidades de su trabajo son:
 - Comuníquese con el ingeniero de diseño en relación con las especificaciones de diseño
 - Verificar los materiales que se utilizarán para construir el producto
 - Construye el producto basado en los diseños bosquejados por el Ingeniero de diseño
 - Pegar la etiqueta de seguimiento al producto

- Comunicar cualquier cambio deseado al Ingeniero de diseño
- Reconstruir o hacer ajustes al dispositivo basado en los cambios de diseño compartidos por el Ingeniero de diseño y las recomendaciones del Analista de calidad / Pruebas
- **Analista de calidad y pruebas.** Las principales responsabilidades de su trabajo son:
 - Probar el producto para asegurarse de que cabe a través de un trócar de 18 mm
 - Probar el producto para asegurarse de que puede ser usado con la mano derecha y la izquierda
 - Probar el producto para asegurarse de que es lo suficientemente largo como para extenderse a través de una cánula de 15 cm de largo
 - Probar el producto para asegurarse de que puede ser utilizado en el tejido
 - Comunicar cualquier cambio de diseño al ingeniero de diseño y al ingeniero de fabricación
 - Asegúrese de que la etiqueta de rastreo esté pegada al producto
 - Realizar las pruebas delante del Juez al final de la sesión
- **Director de marketing y Gerente de ventas.** Las principales responsabilidades de su trabajo son:
 - Comunicarse con todos los miembros del equipo para aprender sobre los materiales, el proceso de diseño, el proceso de fabricación y el proceso de prueba de calidad
 - Determinar el nombre del dispositivo
 - Identificar los puntos clave de venta del producto
 - Preparar la presentación de marketing
 - Entregar la presentación de marketing durante las pruebas de rendimiento

FORMULARIO DE COSTO DE BIENES

Folleto para estudiantes

Instrucciones:

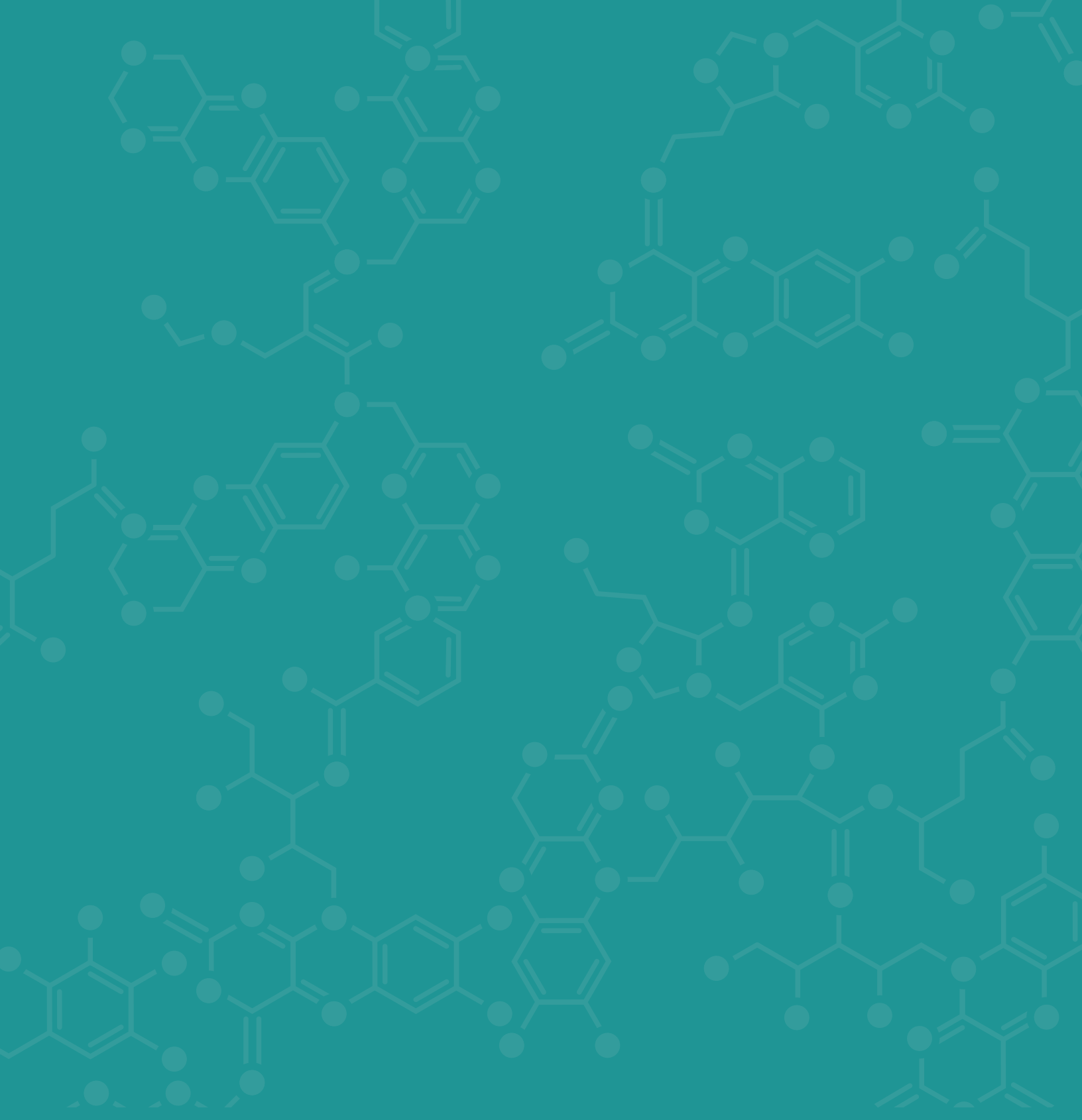
La Compradora del equipo debe hacer un seguimiento del total de los artículos comprados y utilizados para el prototipo en el cuadro que figura a continuación. Todos los suministros, incluidos los utilizados durante las pruebas y los prototipos originales, deben ser registrados. Calcular el costo total de cada material utilizado (Costo x No. Utilizado = Costo total por artículo), así como el costo total (sumar la columna Costo total). No incluya en este formulario los materiales no utilizados (devueltos).

EJEMPLO:

ARTÍCULO	COSTO (\$)	NO. USADO	COSTO TOTAL (\$)
Pincho de madera	1,00 \$	2	2,00 \$
Bola de algodón	0,75 \$	10	7,50 \$
Banda de goma	0,50 \$	5	2,50 \$
Cinta eléctrica	0,25 \$	10	2,50 \$
Pegatina circular	0,05 \$	3	0,15 \$
COSTA TOTAL(\$)			14,65 \$

ACTUAL:

ARTÍCULO	COSTO (\$)	NO. USADO	COSTO TOTAL (\$)
Pincho de madera	1,00 \$		
Limpiador de tuberías	0,75 \$		
Bola de algodón	0,75 \$		
Paja de plástico	0,65 \$		
Cuenta de plástico	0,65 \$		
Cuenta de madera	0,50 \$		
Bandas de goma	0,50 \$		
Clip de papel	0,50 \$		
Cinta eléctrica (6 pulgadas de longitud)	0,25 \$		
Pegamento	0,20 \$		
Pegamento en barra	0,20 \$		
Etiqueta de color	0,20 \$		
Etiqueta blanca	0,20 \$		
Pegatina de estrella	0,10 \$		
Pegatina circular	0,05 \$		
COSTO TOTAL (\$)			



El contenido y el diseño gráfico son cortesía de FHI 360.
Este documento fue posible gracias al generoso apoyo de Johnson & Johnson.
Diseño revisado, JA Worldwide, abril 2018.