TECNOLOGÍA DE CONTROL NUMÉRICO POR ORDENADOR (CNC)



SHIFTVET

Digital Transformation for Wood and Furniture VET

SHIFTVET
Digital Transformation for Wood and Furniture VET

Contenido

Términos clave 4
1. Introducción 5
1.1 Resumen del proyecto ShiftVET 5
1.2 Propósito de esta guía 5
1.3 ¿A quién va dirigida la guía? 7
1.4 ¿Cómo usar esta guía? 7
2. Descripción de la tecnología 9
2.1 ¿Qué es la CNC? 9
2.2 ¿Cómo funciona el CNC? 10
2.3 Tipos de procesos de corte CNC 11
CNC Router 12
Fresadora CNC 12
Torno CNC 12
Cortadora láser CNC 12
Cortadora CNC a chorro de agua 12
Electroerosión CNC (EDM) 13
2.4 Aplicaciones generales 13
2.5 Equipamiento requerido 14
2.6 Lista de verificación de configuración técnica 16
3. Potencial de la tecnología en la formación profesional de la carpintería 18
3.1 Beneficios educativos 18
3.2 Ventajas técnicas del CNC en la formación profesional para la carpintería y la carpintería 19
3.3 Lista de verificación pedagógica 20
3.4 Ejemplo de actividades para la formación profesional de la carpintería 21
4. Integración en el aula 24
4.1 Recomendaciones metodológicas 24

4.2 Plan de implementación paso a paso 25
4.3 Lista de verificación para la integración en el aula 26
4.4 Consejos para profesores 28
5. Seguridad y sostenibilidad en CNC 30
6. Recursos adicionales 32
7. Conclusión 33
Bibliografía 34

Ilustraciones

Ilustración 1: Máquina CNC [2]. 10
Ilustración 2: Pasos CNC. Open AI 2026. 11
Ilustración 3: Pieza CNC [7]. 14
Ilustración 4: Brocas CNC para fresador [8]. 15
Ilustración 5: Software para CNC [12]. 25
Ilustración 6:Estudiante usando máquina CNC [13]. 26
Ilustración 7: Persona usando el equipo de protección personal adecuado [14]. 31

Términos clave

Software CAD (Diseño Asistido por Ordenador)
Software utilizado para diseñar la forma, dimensiones y características de una pieza antes de su fabricación.

CAM (Fabricación Asistida por Ordenador)
Software que convierte un diseño CAD en instrucciones de máquina para mecanizado CNC.

Flujo de trabajo CAD–CAM–CNC
Flujo de trabajo digital que va desde el diseño (CAD), la generación de trayectoria de herramienta (CAM) y el mecanizado físico (CNC).

G-code
Lenguaje de programación utilizado para controlar máquinas CNC, definiendo movimientos, velocidades, profundidad de corte y acciones de herramientas.

Trayectoria de herramienta
La ruta digital que sigue la herramienta de corte durante el mecanizado, generada por software CAM.

Mecanizado por descarga eléctrica (EDM)
Proceso CNC que elimina material mediante chispas eléctricas; se usa principalmente para metales, no es común en la carpintería.

EPI (Equipo de Protección Individual)
Equipo de seguridad como gafas de seguridad o protección auditiva utilizado durante el funcionamiento CNC.

1. Introducción

1.1 Resumen del proyecto ShiftVET

El Proyecto ShiftVET está diseñado para apoyar a los formadores iniciales de Educación y Formación Profesional (i-VET) en la introducción de tecnologías digitales en la enseñanza de la carpintería. Su objetivo es ayudar a modernizar los programas de formación actuales para que los estudiantes puedan desarrollar las habilidades digitales necesarias en las industrias de carpintería y manufactura. Al hacer que el aprendizaje sea más innovador y atractivo, el proyecto también pretende aumentar el interés de los estudiantes en estas trayectorias profesionales.

Para guiar esta transformación, ShiftVET se centra en cuatro objetivos clave:

- Ayuda a los formadores a entender cómo las tecnologías digitales pueden aplicarse en la formación profesional de carpintería y cómo pueden mejorar la enseñanza y el aprendizaje.
- Crea un repositorio online gratuito de materiales accesibles, ejemplos y ejercicios que los profesores puedan integrar fácilmente en sus clases.
- Prueba herramientas digitales prácticas, como CNC, con los estudiantes para explorar cómo estas tecnologías pueden mejorar el aprendizaje práctico.
- Fomentar el uso de tecnologías avanzadas no solo entre los socios del proyecto, sino también en otros centros de formación profesional, explorando cómo las herramientas podrían beneficiar a otras industrias.

1.2 Propósito de esta guía

El objetivo de esta guía es ayudar a los instructores de formación profesional en carpintería para introducir e integrar el mecanizado CNC en su práctica docente. A medida que las tecnologías digitales moldean cada vez más los sectores de la carpintería y la manufactura, el Control Numérico por Ordenador (CNC) se ha convertido en una tecnología clave para el mecanizado de precisión, la fabricación digital y los flujos de trabajo eficientes de producción. Comprender su potencial es esencial para preparar a los estudiantes a trabajar en entornos profesionales modernos e impulsados por la tecnología.

Esta guía ha sido desarrollada específicamente para ayudar a los educadores a adquirir el conocimiento, la confianza y las habilidades prácticas necesarias para utilizar eficazmente la CNC en la enseñanza de la carpintería. Ofrece una introducción clara y accesible a los fundamentos de la fabricación digital sustractiva: qué es la CNC, cómo funciona y por qué es un complemento fundamental a las técnicas tradicionales de carpintería.

Más concretamente, esta guía pretende a:

- Construye una base sólida sobre los principios del mecanizado CNC, incluyendo conceptos clave, componentes de máquina, configuraciones de ejes, herramientas de corte y flujos de trabajo esenciales CAD–CAM–CNC.
- Aclarar su relevancia para la carpintería, mostrando cómo la tecnología CNC apoya actividades como el corte de precisión, el procesamiento de paneles, la producción de ensamblajes, la fabricación repetitiva, la validación de diseño y el mecanizado de geometrías complejas, entre otras aplicaciones comúnmente utilizadas en el sector de la madera y el mobiliario.
- Proporcionar estrategias prácticas y preparadas para el aula para incorporar máquinas CNC en los programas de formación profesional, incluyendo ideas para lecciones, ejercicios prácticos, consideraciones de seguridad y mejores prácticas para la configuración y operación de las máquinas.
- Apoya a formadores con distintos niveles de experiencia ofreciendo explicaciones claras y ejemplos aplicados que hagan accesible la tecnología CNC, incluso para educadores con poca experiencia previa en sistemas de fabricación digital.
- Fortalecer los vínculos entre la fabricación digital y la artesanía tradicional, ayudando a los estudiantes a entender cómo el mecanizado CNC mejora la precisión, eficiencia y repetibilidad, complementando, en lugar de reemplazar, las habilidades convencionales de carpintería.

En última instancia, el propósito de esta guía es hacer que la tecnología CNC sea un recurso accesible, motivador y educativo valioso tanto para formadores como para estudiantes, apoyando la transición de prácticas tradicionales de carpintería

a flujos de trabajo profesionales digitalmente habilitados en el sector de la madera y el mobiliario.

1.3 ¿A quién va dirigida la guía?

Esta guía está diseñada para instructores y educadores de formación profesional en carpintería que deseen introducir la maquinaria CNC en su práctica docente. Está dirigido a profesionales que pueden tener distintos niveles de familiaridad con las tecnologías digitales, desde quienes están empezando hasta quienes tienen más experiencia y desean integrarlas de forma más eficaz en sus clases.
Más concretamente, esta guía está dirigida a:

- Los instructores de formación profesional en carpintería buscan herramientas prácticas, ejemplos y estrategias para incorporar la CNC en sus aulas y talleres.
- Los proveedores de formación profesional y los centros de formación están interesados en modernizar sus planes de estudio y ofrecer a los estudiantes acceso a tecnologías digitales relevantes.
- Educadores en campos técnicos o de fabricación relacionados que desean comprender cómo la tecnología CNC puede complementar la artesanía tradicional, mejorar la precisión de la producción y potenciar las experiencias de aprendizaje en contextos de formación profesional.
- Los formadores en desarrollo profesional continuo quieren fortalecer sus habilidades digitales y ampliar sus recursos docentes.
- Cualquier persona involucrada en el diseño, coordinación o apoyo de programas de formación profesional que tengan como objetivo promover la innovación, la creatividad y la preparación digital entre los estudiantes.

1.4 ¿Cómo usar esta guía?

Esta guía está diseñada como un recurso práctico y flexible para ayudar a los formadores a integrar la maquinaria CNC en la formación profesional en carpintería.
Puedes usarlo progresivamente, volviendo a diferentes secciones a medida que crezcan tu comprensión y confianza. No hace falta leerlo todo de golpe; En cambio, puede acompañarte durante toda tu práctica docente.

Así es como sacar el máximo partido:

1. Empieza por lo básico: Empieza explorando los capítulos introductorios para entender qué es la CNC, cómo funciona y por qué está ganando cada vez más relevancia en la carpintería. Esta base te ayudará a conectar la tecnología con los métodos tradicionales de entrenamiento.
2. Familiarízate con las herramientas y materiales: revisa las secciones que describen los tipos de tecnologías CNC, materiales comunes, flujos de trabajo de software y terminología esencial.
3. Explora aplicaciones pedagógicas: La guía incluye ejemplos y explicaciones que ilustran cómo se puede aplicar la CNC en la formación profesional de la carpintería. Estas secciones te ayudarán a visualizar las oportunidades en el aula.
4. Utiliza las actividades prácticas: encontrarás demostraciones para el aula. Estas actividades están diseñadas para ser flexibles y poder adaptarse a diferentes niveles.
5. Experimenta y reflexiona con tus alumnos: la implementación es más eficaz cuando formadores y estudiantes exploran la tecnología juntos. Utiliza tareas prácticas para experimentar, debatir resultados, resolver problemas y animar a los estudiantes a mejorar sus diseños.
6. Úsalo como referencia continua: la guía no está pensada para leerse una vez y luego dejarse a un lado. Es una referencia a la que puedes acudir siempre que necesites aclaraciones, ejemplos o inspiración para diseñar nuevas lecciones. También puedes combinarlos con los siguientes recursos que se desarrollarán en el proyecto ShiftVET.

2. Descripción de la tecnología

2.1 ¿Qué es la CNC?

CNC significa Control Numérico por Computadora (Control Numérico por Ordenador), y se refiere a una forma de usar un ordenador para operar una máquina automáticamente en lugar de depender de alguien para controlarla manualmente. En términos sencillos, una máquina CNC es una herramienta que sigue instrucciones digitales para cortar, dar forma o trabajar sobre material con poco control humano directo.

En este sistema, un conjunto programado de instrucciones, a menudo creadas a partir de un diseño digital, indica a la máquina exactamente qué movimientos realizar, qué velocidad moverse, qué profundidad cortar y dónde detenerse. Esto significa que, una vez que las instrucciones están listas, la máquina puede funcionar de forma más consistente y precisa que una persona que maneja herramientas a mano.

Aunque la máquina funciona automáticamente, un formador o operador aún debe preparar el diseño, cargar las instrucciones y comprobar que todo está correctamente configurado antes de comenzar el trabajo. Su función es asegurarse de que la máquina corte el material de la manera correcta y que el proceso sea seguro.

En la carpintería, las máquinas CNC se utilizan típicamente para cortar formas, perforar agujeros, hacer ranuras y producir piezas que deben ser iguales cada vez, por ejemplo, componentes repetidos de muebles o patrones complejos que son difíciles de hacer a mano.

Ideas clave que debes recordar:

- Las máquinas CNC leen instrucciones del ordenador, no manuales ni palancas
- Están diseñados para ayudar con trabajos precisos y repetibles.
- No excluyen a las personas del proceso, pero sí las apoyan reduciendo la necesidad de control manual para cada corte [1].



Ilustración 1: Máquina CNC [2].

2.2 ¿Cómo funciona el CNC?

Cuando hablamos de cómo funciona el CNC, podemos pensar en ello como una secuencia de pasos que llevan una pieza desde una idea en un ordenador hasta un objeto real hecho con una máquina CNC. Según un desglose paso a paso del flujo de trabajo CNC, estos pasos son:

Primer paso: Diseña el producto en el ordenador:

Lo primero es crear un diseño digital de la pieza que quieres hacer. Esto se hace usando software CAD, donde dibujas la forma, el tamaño y las características para que puedan ser entendidas tanto por personas como por máquinas.

Paso dos: Desarrollar el programa CNC:

Una vez que el diseño está listo, debe traducirse en instrucciones que la máquina CNC pueda seguir. Estas instrucciones están escritas en un lenguaje como G-code e indican a la máquina dónde cortar, con qué rapidez y con qué herramienta.

Paso tres: simula y revisa el programa:

Antes de usar la máquina, muchos sistemas CNC permiten simular el proceso en un ordenador. Esto significa que puedes ver cómo se mueve la herramienta de corte y comprobar si hay errores antes de cortar madera, lo que ayuda a evitar accidentes o fallos.

Paso cuatro: Configurar la máquina:

Ahora preparas la máquina física:

- Instala la herramienta de corte adecuada
- Asegura el trozo de madera

- Fija la posición de salida
- Ajusta los ajustes de la máquina como velocidad y avance. Esta configuración asegura que la máquina pueda seguir correctamente las instrucciones.

Paso cinco: Mecanizado (el CNC corta la pieza):

Esta es la etapa central en la que la máquina sigue el programa y corta el material. La herramienta CNC se mueve con precisión según las instrucciones para dar forma a la pieza exactamente como fue diseñada.

Paso seis: Monitorizar y comprobar la calidad durante el corte:

Mientras la máquina funciona, es importante que el formador o operador vigile el proceso y mida las piezas para asegurarse de que todo se mantenga en orden. Si algo no parece correcto, se pueden hacer ajustes antes de que se retire demasiado material.

Paso siete: Finalización y postprocesado:

Tras el corte de la máquina, la pieza puede necesitar toques finales como lijado, pulido o montaje para alcanzar la calidad deseada. Esto puede ocurrir después del paso CNC y forma parte de completar el producto [3].

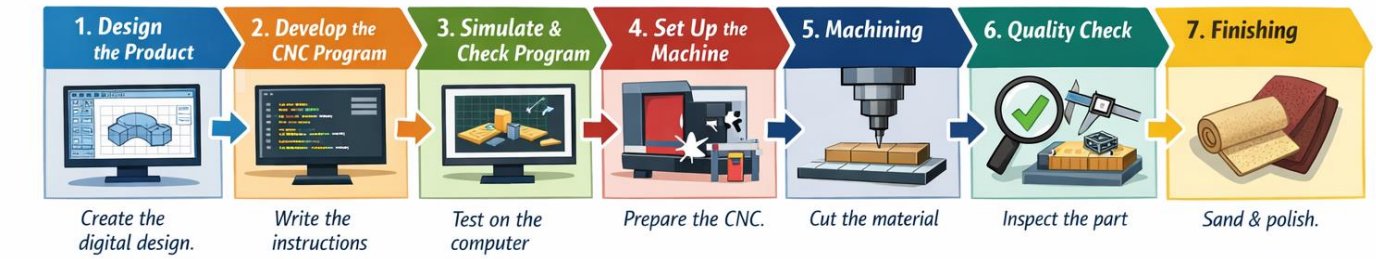


Ilustración 2: Pasos CNC. Open AI 2026.

2.3 Tipos de procesos de corte CNC

Existen muchos tipos de tecnología CNC, cada una diseñada para realizar tareas específicas moviendo herramientas con precisión según un programa informático. Estas tecnologías varían según cómo cortan o moldean el material y con qué materiales funcionan mejor.

A continuación, se presenta una visión general de los tipos más comunes de tecnologías CNC, redactada en lenguaje sencillo para instructores de VET y educadores en carpintería:

CNC Router

Una fresadora CNC es muy común en la carpintería. Funciona como una herramienta de corte controlada por ordenador que se mueve en varias direcciones para cortar formas, perfiles y elementos en madera y paneles de madera.

Esto es bueno para piezas de muebles, paneles decorativos y producción repetible. Las fresadoras son esencialmente fresadoras adaptadas para madera y materiales más ligeros.

Fresadora CNC

Las fresadoras CNC eliminan el material utilizando una herramienta de corte giratorio. Pueden cortar superficies planas, curvas y formas complejas con buena precisión. El fresado se utiliza ampliamente en muchas industrias, incluida la carpintería cuando se requiere precisión.

Torno CNC

Un torno CNC funciona de forma diferente porque la pieza gira mientras la herramienta permanece en su sitio y se corta. Esto la hace ideal para crear piezas cilíndricas o redondas como varillas, patas, pomos o elementos torneados de muebles.

Cortadora láser CNC

Los cortadores de plasma utilizan gas ionizado a alta temperatura para cortar metal. Son rápidos y efectivos en conductores más gruesos como el acero, pero normalmente no se usan para madera.

Cortadora CNC a chorro de agua

Los cortadores de chorro de agua utilizan un chorro de agua a alta presión, a menudo mezclado con partículas abrasivas, para cortar materiales.

No generan calor, por lo que son buenos para materiales sensibles al calor como plásticos o materiales compuestos.

También pueden cortar materiales resistentes que podrían fundirse o deformarse con el calor.

Electroerosión CNC (EDM)

La EDM (Mecanizado por descarga eléctrica) utiliza chispas eléctricas para erosionar material de una pieza.

Es muy útil para materiales duros y formas complejas, especialmente cuando otros métodos tienen problemas. Este tipo se utiliza habitualmente para herramientas, matrices y trabajos en metal, algo poco común en la carpintería básica [4].

2.4 Aplicaciones generales

La tecnología CNC se utiliza en la carpintería para cortar, dar forma y preparar piezas de madera de forma precisa y repetible. En lugar de trabajar cada pieza a mano, CNC permite realizar el mismo diseño con precisión, varias veces, usando un archivo digital como referencia.

A continuación, se presentan las principales aplicaciones generales de la CNC en la carpintería.

Se utiliza para la producción de muebles. Las máquinas CNC se utilizan ampliamente para producir piezas para muebles, como mesas, sillas, armarios y estanterías. La máquina corta paneles y componentes para que encajen correctamente, ayudando a garantizar una calidad constante en varias piezas. También es útil para muebles y muebles empotrados como armarios de cocina, armarios y muebles empotrados, donde la precisión es importante. Permite un corte preciso de paneles, ranuras y agujeros para que las piezas se alinean correctamente durante el montaje.

Otra aplicación de esta tecnología es para uniones y conexiones, ya que la CNC puede crear uniones, ranuras y detalles de conexión que serían difíciles o tardados de fabricar a mano. Esto ayuda a los estudiantes a entender cómo las herramientas digitales apoyan las técnicas tradicionales de carpintería. Una de las aplicaciones más visibles de la CNC es el trabajo decorativo, como tallar patrones, letras, logotipos o texturas en madera. Esto se utiliza comúnmente para señalización, paneles y elementos artísticos.

Las máquinas CNC también se utilizan para fabricar prototipos o piezas de prueba antes de la producción final. Esto ayuda a comprobar las dimensiones, el ajuste y el aspecto antes de comprometerte con un lote completo.

Por último, también es útil para objetos pequeños, manualidades y proyectos educativos como juguetes de madera, proyectos educativos u objetos de manualidades. Estas aplicaciones son especialmente relevantes en entornos de formación, dónde aprender por creación es importante [5], [6].



Ilustración 3: Pieza CNC [7].

2.5 Equipamiento requerido

Trabajar con CNC en un contexto de formación en carpintería significa que necesitas herramientas y equipos básicos que te permitan pasar de un diseño digital a una pieza de madera terminada. El mecanizado CNC es un proceso controlado que elimina material de un bloque utilizando máquinas y herramientas de corte impulsadas por instrucciones informáticas.

A continuación, se muestran los principales equipos que suelen estar involucrados:

1. Máquina CNC: Esta es la máquina de núcleo que hace el corte. Las máquinas CNC son controladas por programas informáticos que mueven la herramienta de corte y retiran material para dar forma a la pieza que deseas. Existen diferentes tipos de máquinas CNC, pero la idea clave es que el marco de la máquina, los motores, el controlador electrónico y el husillo con herramientas de corte trabajen juntos bajo control informático para crear el diseño.
2. Ordenador y software (CAD+CAM): Para operar una máquina CNC necesitas un ordenador con software adecuado: CAD (Diseño Asistido por Ordenador) para crear o abrir el diseño de la pieza. CAM (Fabricación Asistida por Ordenador) para generar las instrucciones que la máquina

seguirá. Esta combinación permite traducir el diseño en un programa de movimientos y acciones de corte que la máquina CNC entiende.

3. Herramientas de corte: Las máquinas CNC no cortan madera con sus piezas metálicas desnudas; utilizan herramientas de corte como fresas o fresas de fresa. Estas herramientas se fijan en el husillo de la máquina y son responsables de eliminar material de la madera. La elección de la herramienta afecta al tipo de corte, la calidad del acabado y la duración de la herramienta.



Ilustración 4: Brocas CNC para fresador [8].

4. Accesorios de sujeción para trabajo: Para que la máquina corte sin errores, la pieza de madera debe mantenerse firmemente en su lugar. Esto se realiza utilizando: abrazaderas, placas de fijación y accesorios diseñados para formas específicas.
   Una sujeción segura para la pieza evita el movimiento durante el corte para que la máquina pueda seguir el programa con precisión.
5. Bloques o bloques de material: Necesitas la madera en bruto, que es la pieza de madera o panel con la que se dará forma a la pieza final. En talleres mecánicos a veces se le llama "blank" o "pieza de trabajo".
6. Herramientas de medición y acabado: Después de que la máquina CNC corta la pieza, a menudo se realiza algún acabado manual como lijar, comprobar las dimensiones con reglas o pinzas, o montar piezas. Estas herramientas tradicionales completan el flujo de trabajo CNC en un contexto de carpintería [9].

2.6 Lista de verificación de configuración técnica

Antes de comenzar cualquier actividad en el aula con mecanizado CNC, es esencial asegurarse de que la máquina, las herramientas y los archivos digitales estén correctamente preparados y sean seguros para su uso. La siguiente lista de verificación resume los elementos clave que los profesores deben verificar antes de realizar un trabajo CNC. Utilízalo como herramienta de referencia rápida para garantizar la precisión, la seguridad y un funcionamiento fluido durante la actividad.

Preparación del equipamiento

- La máquina CNC se instala en un taller estable, limpio y bien ventilado.
- La máquina ha sido encendida y comprobada sin mensajes de error visibles.
- La herramienta de corte (broca de fresadora) está correctamente instalada y bien ajustada.
- La herramienta seleccionada es adecuada para el material y la operación (corte, grabado, ranurado).
- La pieza de trabajo (madera o panel) está firmemente fijada a la mesa de la máquina (abrazaderas o vacío).
- La máquina en punto cero (posición inicial) se ha ajustado correctamente.
- Hay suficiente grosor de material para completar la operación de forma segura.
- El software CNC está actualizado y es compatible con el controlador de máquina.
- El programa CNC ha sido revisado (trayectorias de herramienta, profundidad de corte, velocidades y avances).

Controles de seguridad

- Los estudiantes han sido informados sobre las piezas móviles y las herramientas giratorias.
- El pelo largo, la ropa holgada y las joyas se aseguran o se quitan.
- Existen gafas de seguridad y protección auditiva que se utilizan cuando es necesario.
- Los botones de parada de emergencia están claramente identificados y accesibles.

- Se dan instrucciones claras sobre dónde pueden estar los estudiantes y qué no deben tocar mientras la máquina está en marcha.

Recursos digitales

- Tienes acceso a software CAD para cambios de diseño de última hora.
- El programa CNC se generaba utilizando software CAM adecuado para la máquina.
- Los archivos de diseño han sido comprobados para comprobar las dimensiones y la escala correctas.
- Los archivos de fuentes externas son apropiados para uso educativo y legalmente utilizables en el aula.

Errores y riesgos comunes de principiantes en el mecanizado CNC

Al trabajar por primera vez con máquinas CNC, los principiantes suelen cometer errores que pueden afectar a la calidad del trabajo o crear riesgos para la seguridad si no se abordan adecuadamente.

Uno de los errores más comunes es la fijación incorrecta de la pieza de trabajo. Si el material no está bien sujeto o fijado, puede moverse durante el mecanizado, lo que puede provocar cortes imprecisos o daños en la herramienta. Otro problema frecuente es la configuración incorrecta del punto cero, que puede provocar cortes mal colocados o demasiado profundos.

Los principiantes también pueden seleccionar herramientas o parámetros de corte inadecuados, como velocidades de avance o de husillo incorrectas, lo que puede causar un acabado superficial deficiente, desgaste de herramientas o quemaduras de la madera. Saltar la simulación o la revisión del programa es otro riesgo, ya que errores no detectados en la trayectoria de la herramienta pueden provocar colisiones o desperdicio de materiales.

Corregir estos errores a tiempo ayuda a los estudiantes a desarrollar hábitos seguros y a comprender la importancia de la preparación y la verificación antes del mecanizado.

3. Potencial de la tecnología en la formación profesional de la carpintería

3.1 Beneficios educativos

Introducir la tecnología CNC en la educación profesional ofrece una serie de beneficios educativos que apoyan tanto el aprendizaje técnico como la implicación del alumnado. Cuando se utiliza en el aula o en talleres, CNC ayuda a conectar habilidades digitales, la creación práctica y aplicaciones en el mundo real.

Aprendizaje práctico con relevancia en el mundo real:

Las máquinas CNC permiten a los estudiantes trabajar con el mismo tipo de tecnología que se utiliza en talleres profesionales. Los alumnos no solo estudian conceptos, sino que los aplican directamente diseñando piezas y viéndolas fabricadas. Este enfoque práctico ayuda a los estudiantes a entender cómo sus habilidades se conectan con los trabajos reales.

Desarrollo de la resolución de problemas y el pensamiento crítico:

Trabajar con CNC anima a los estudiantes a planificar, probar y ajustar sus ideas. Si una pieza no sale como se espera, los estudiantes deben analizar qué falló y mejorar el diseño o la configuración. Este proceso fortalece las habilidades de resolución de problemas y el pensamiento lógico.

Conexión fuerte entre el diseño digital y la creación física:

El CNC ayuda a los estudiantes a ver claramente la relación entre el diseño basado en ordenador y la producción física. Diseñar una pieza en pantalla y luego producirla en una máquina hace que las ideas abstractas sean más concretas y fáciles de entender.

Mayor implicación y motivación estudiantil:

Las máquinas CNC tienden a captar el interés de los estudiantes, especialmente porque producen resultados visibles y de aspecto profesional. Ver cómo una máquina transforma un archivo digital en un objeto real ayuda a mantener a los estudiantes motivados e implicados en el proceso de aprendizaje.

Apoyo a la creatividad y al aprendizaje basado en proyectos:

La tecnología CNC permite a los estudiantes crear piezas personalizadas y diseños originales, lo que fomenta el pensamiento creativo. Es muy adecuado para el

aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes diseñan, producen y mejoran su propio trabajo con el tiempo.

Preparación para futuras carreras y formación adicional:

Aprender a usar máquinas CNC ayuda a los estudiantes a familiarizarse con los entornos de fabricación modernos. Esta experiencia puede apoyar el empleo futuro, los aprendizajes o la formación técnica continúa fomentando la confianza con herramientas relevantes para el sector [10], [11].

3.2 Ventajas técnicas del CNC en la formación profesional para la carpintería y la carpintería

Desde una perspectiva técnica, la tecnología CNC ofrece claras ventajas cuando se utiliza en formación profesional para la carpintería y la carpintería. Uno de los beneficios más importantes es la precisión, ya que las máquinas CNC siguen trayectorias digitales que permiten cortes precisos, bordes limpios y componentes del tamaño adecuado. Esto facilita la obtención de resultados técnicos fiables en comparación con procesos totalmente manuales.

Otra ventaja clave es la repetibilidad. Una vez creado un programa CNC, la misma pieza puede producirse varias veces con calidad constante. Esto es especialmente útil en entornos de formación, donde los estudiantes pueden trabajar en tareas similares bajo las mismas condiciones técnicas y los resultados pueden compararse con mayor facilidad.

Las máquinas CNC también permiten producir formas complejas y detalles detallados, como curvas, ranuras o elementos decorativos, que serían difíciles o muy lentos de crear a mano. Esto amplía la gama de proyectos de carpintería que pueden llevarse a cabo en los talleres de VET.

Además, el mecanizado CNC favorece un uso más eficiente de los materiales, ya que se pueden planificar trayectorias de corte para reducir el desperdicio y evitar errores. Una vez configuradas, las máquinas CNC también pueden realizar operaciones repetidas de forma eficiente, ayudando a los talleres a aprovechar mejor el tiempo limitado de formación.

En conjunto, estas ventajas técnicas hacen de la CNC una tecnología práctica y fiable para la formación profesional en carpintería y carpintería, alineando las prácticas de taller con las utilizadas en entornos profesionales modernos [5], [6].

Solo para aclarar, el mecanizado CNC y la carpintería manual no deben considerarse métodos opuestos, sino como enfoques complementarios que cumplen propósitos distintos dentro de la carpintería y la ebanistería.
La carpintería manual desarrolla habilidades fundamentales como la conciencia de los materiales, la coordinación mano-ojo y la artesanía. Permite a los estudiantes comprender el comportamiento de la madera, la dirección de la veta y las técnicas de acabado mediante la interacción física directa.
El mecanizado CNC, por otro lado, ofrece precisión, repetibilidad y eficiencia, lo que la hace ideal para producir componentes precisos, geometrías complejas y piezas repetidas. La CNC es especialmente útil para tareas que requieren resultados consistentes o patrones detallados difíciles de lograr manualmente.
En la formación profesional, combinar ambos enfoques permite a los estudiantes beneficiarse de las fortalezas de cada uno. La CNC apoya la precisión y la eficiencia, mientras que la carpintería manual refuerza las habilidades y la artesanía tradicionales, resultando en una experiencia de aprendizaje equilibrada y completa.

3.3 Lista de verificación pedagógica

Introducir la tecnología CNC en la carpintería de la VET no es solo una tarea técnica, sino también una oportunidad pedagógica.
Antes de diseñar actividades en el aula, los profesores deben asegurarse de que los objetivos de aprendizaje, la preparación del alumnado y la alineación curricular estén claramente definidos. Esta lista de verificación ayuda a garantizar que el CNC se utilice de forma significativa, motivadora y educativamente eficaz.

Objetivos de aprendizaje

- La actividad está alineada con el currículo de carpintería o carpintería.
- Los estudiantes comprenden el flujo de trabajo básico del CNC (diseño, programación, configuración y mecanizado).
- La tarea refuerza la resolución de problemas y la toma de decisiones, como la elección de herramientas, entornos o estrategias.
- La actividad incluye la interacción práctica tanto con herramientas digitales como con materiales físicos.

Preparación pedagógica

- Has preparado o mecanizado una pieza de ejemplo para mostrar a la clase.

- Has identificado problemas comunes de CNC que pueden encontrar los estudiantes (punto cero incorrecto, selección de herramientas, problemas de velocidad de avance, mala fijación del material).
- Has preparado preguntas orientadoras cómo: *¿Por qué el corte es inexacto? ¿Qué hay que ajustar?*
- Tienes momentos planificados para la colaboración entre compañeros y la discusión en grupo durante el diseño, la configuración o la evaluación.

Adaptación de materiales para la carpintería

- La actividad CNC está claramente relacionada con procesos reales de carpintería (paneles de corte, elementos de carpintería, ranuras, accesorios o piezas decorativas).
- Los estudiantes pueden comparar piezas mecanizadas CNC con componentes producidos manualmente.
- Tienes ejemplos que muestran cómo CNC apoya y mejora la artesanía, en lugar de reemplazar las habilidades tradicionales de carpintería.

3.4 Ejemplo de actividades para la formación profesional de la carpintería

Para ayudar a los profesores a visualizar cómo la tecnología CNC puede integrarse en la formación en carpintería, los siguientes ejemplos presentan actividades listas para usar que pueden adaptarse a diferentes niveles y contextos de taller.
Estas actividades muestran cómo el mecanizado CNC puede apoyar el aprendizaje, el trabajo de precisión, el conocimiento de la carpintería y la experimentación con carpintería.

Proyecto corto - Nivel principiante (1–2 sesiones): Mecanizado CNC de un componente sencillo de taller

- Objetivo: Introducir a los estudiantes en el flujo de trabajo básico del CNC utilizando un objeto sencillo y funcional que pueda usarse directamente en el taller de carpintería.
- Descripción: Los estudiantes descargan o crean un diseño sencillo como un bloque espaciador, un tope de corte o una plantilla de perforación. Preparan el programa CNC, montan la máquina, mecanizan la pieza y luego la prueban en una tarea real de carpintería. El enfoque está en entender el proceso más que en la complejidad.

- Resultados de aprendizaje: Comprender el flujo de trabajo básico CAD–CAM–CNC; Observa la importancia de las dimensiones, la precisión y las tolerancias; Conectar piezas mecanizadas CNC con uso práctico en taller.
- Variación: Los estudiantes modifican el diseño para adaptarlo a una máquina, herramienta o medida específica utilizada en su taller.

Proyecto medio - Nivel intermedio (3–4 sesiones): exploración de carpintería asistida por CNC

- Objetivo: Explorar conceptos tradicionales de carpintería utilizando diseño digital y mecanizado CNC para comprender mejor el ajuste, la geometría y la precisión.
- Descripción: Los estudiantes diseñan una versión conjunta usando software CAD y mecanizan una versión de prueba usando CNC. Comprueban qué tal encajan las piezas, identifican problemas, ajustan el diseño si es necesario y luego producen la unión en madera real. Este enfoque ayuda a los estudiantes a comprender el comportamiento conjunto antes de comprometerse con las piezas finales.
- Resultados de aprendizaje: Desarrollar habilidades básicas de preparación para CAD y CNC; Analizar el ajuste, alineación y comportamiento mecánico de las uniones; Reduce el desperdicio de materiales probando los diseños de forma digital e incremental.
- Variación: Los estudiantes comparan diferentes diseños de juntas y presentan cuál solución funciona mejor y por qué.

Proyecto más largo - Nivel avanzado (1–2 semanas): Diseño y fabricación de un objeto de carpintería basado en CNC

- Objetivo: Combinar las habilidades tradicionales de carpintería con el mecanizado digital CNC en un proyecto completo.
- Descripción: Los estudiantes diseñan un objeto que incluye piezas de madera mecanizadas por CNC, como paneles con ranuras, elementos curvos o recortes precisos. Preparan el diseño; mecanizar las piezas usando CNC y luego montar y terminar el objeto utilizando técnicas tradicionales de carpintería.

- Resultados de aprendizaje: Comprender el papel complementario del mecanizado CNC en la carpintería; Planificar un proyecto desde el diseño hasta el mecanizado y el montaje; Aplica tanto habilidades digitales como manuales en una tarea coherente y única.
- Variación: Los estudiantes documentan todo el proceso (diseño - mecanizado CNC - montaje - acabado) y reflexionan sobre las ventajas y limitaciones del uso de CNC.

4. Integración en el aula

4.1 Recomendaciones metodológicas

Según 3ERP, el uso de la tecnología CNC en la educación representa una oportunidad significativa para fortalecer la formación profesional y técnica acercando el aprendizaje a la práctica industrial real. Las máquinas CNC se utilizan ampliamente en entornos de fabricación modernos, y su introducción en entornos educativos permite a los estudiantes trabajar con herramientas y procesos que se asemejan mucho a los que se encuentran en talleres profesionales. Esto ayuda a reducir la brecha entre lo que los estudiantes aprenden en el aula y lo que se espera que hagan en el lugar de trabajo.

Una de las principales contribuciones de la CNC en la educación es su capacidad para apoyar el aprendizaje práctico y experiencial. En lugar de centrarse sólo en explicaciones teóricas, los estudiantes participan activamente en el diseño de piezas, la preparación de programas automáticos y la observación de cómo las instrucciones digitales se traducen en objetos físicos. Esta implicación directa ayuda a los estudiantes a comprender mejor los procesos de fabricación y refuerza conceptos técnicos a través de la práctica.

3ERP también señala que las actividades basadas en CNC fomentan el desarrollo de habilidades para resolver problemas. Durante los proyectos CNC, los estudiantes suelen enfrentarse a desafíos relacionados con la precisión del diseño, la configuración de la máquina o resultados inesperados. Para superar estos problemas, deben analizar qué falló, ajustar parámetros o modificar diseños. Este proceso iterativo promueve el pensamiento crítico y ayuda a los estudiantes a aprender a abordar los problemas técnicos de manera estructurada y metódica.

Además, trabajar con tecnología CNC expone a los estudiantes a flujos de trabajo digitales, incluyendo el uso de archivos de diseño y procesos controlados por máquinas. Esta experiencia apoya el desarrollo de la competencia digital junto con las habilidades técnicas tradicionales. Los estudiantes aprenden no solo a manejar máquinas, sino también a planificar, probar y perfeccionar su trabajo, lo que refleja prácticas comunes en la fabricación contemporánea.

Por último, subraya que la exposición temprana a la tecnología CNC puede mejorar la preparación profesional de los estudiantes. Dado que el mecanizado

CNC es una tecnología fundamental en muchos sectores, el conocimiento de los sistemas CNC puede preparar mejor a los estudiantes para puestos de nivel inicial, aprendizajes o formación técnica adicional. En este sentido, el CNC no solo sirve como herramienta de aprendizaje, sino también como puente entre la formación profesional y las oportunidades laborales futuras [10].

4.2 Plan de implementación paso a paso

Paso 1 - Planificación y alineación curricular

Antes de introducir la CNC en el taller, define objetivos claros de aprendizaje y asegúrate de que estén alineados con el plan de estudios de carpintería o carpintería. Decide qué deben aprender los estudiantes en cada etapa, como flujo de trabajo básico, precisión, carpintería o desarrollo de proyectos, y selecciona actividades que se ajusten a su nivel de experiencia.

Paso 2 - Preparación y familiarización del profesorado

Los profesores deberían familiarizarse con la máquina CNC, el software y el flujo de trabajo básico antes de trabajar con los estudiantes. Esto incluye ejecutar trabajos de prueba, identificar errores comunes y preparar diseños de ejemplo o piezas terminadas para usar durante demostraciones.

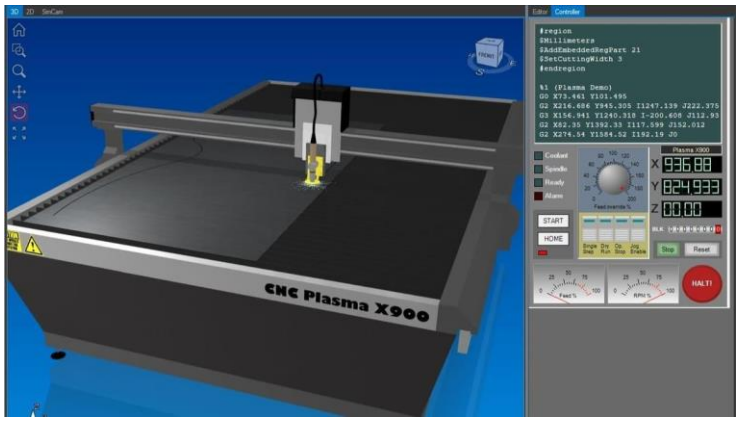


Ilustración 5: Software para CNC [12].

Paso 3 - Introducción de conceptos CNC a los estudiantes

Explica qué es la CNC y cómo encaja en la práctica de la carpintería usando un lenguaje sencillo y ejemplos reales. Las demostraciones breves ayudan a los estudiantes a entender el proceso antes de empezar a trabajar con la máquina ellos mismos.

Paso 4 - Práctica guiada

Empieza con actividades sencillas y supervisadas. Los estudiantes trabajan en diseños básicos o pequeñas tareas CNC mientras el profesor ofrece una guía cercana, centrándose en la seguridad, la correcta configuración y la comprensión de cada paso del proceso.

Paso 5 - Autonomía progresista del estudiante

A medida que crece la confianza, los estudiantes asumen más responsabilidades en las decisiones de diseño, la configuración de la máquina y la resolución de problemas. Las tareas pueden aumentar gradualmente en complejidad, avanzando hacia elementos de ensamblería o proyectos pequeños.



Ilustración 6:Estudiante usando máquina CNC [13].

Paso 6 - Integración con tareas tradicionales de carpintería

Combina el mecanizado CNC con operaciones manuales como montaje, lijado y acabado. Esto ayuda a los estudiantes a entender cómo la CNC apoya, en lugar de reemplazar, las habilidades tradicionales de carpintería.

Paso 7 - Evaluación y reflexión

Después de cada actividad, revisa los resultados con los estudiantes. Hablad sobre qué funcionó bien, qué problemas surgieron y cómo se podría mejorar el proceso. La reflexión ayuda a consolidar el aprendizaje y a desarrollar el razonamiento técnico.

4.3 Lista de verificación para la integración en el aula

Una vez que los profesores estén listos para integrar el mecanizado CNC en sus clases, esta lista de verificación proporciona una guía para preparar, ejecutar y cerrar una actividad en el aula. Garantiza que todos los materiales, herramientas,

recursos digitales y pasos pedagógicos necesarios estén listos, ayudando a los instructores a gestionar la sesión de forma fluida y segura.

Preparación para la sesión

- Has seleccionado una tarea CNC sencilla adecuada para principiantes (por ejemplo, separador, bloque de tope, corte simple de panel).
- Todos los archivos digitales necesarios (CAD y programa CNC) se guardan y respaldan.
- La máquina CNC fue probada el día anterior para evitar problemas inesperados.
- El tiempo estimado de mecanizado se ajusta al periodo de clase disponible.
- Los estudiantes tienen acceso a software CAD adecuado a su nivel.
- El flujo de trabajo CNC ha sido planificado: Diseño-Programar-Configurar-Evaluar-Máquina-Evaluar.

Materiales y herramientas

- Se dispone y se prepara madera o material de panel adecuado.
- Las herramientas de corte adecuadas (brocas de fresadora) están instaladas o listas.
- Hay abrazaderas o un sistema de vacío disponibles para fijar la pieza de forma segura.
- Las herramientas de medición (regla, calibre) están listas para comprobar dimensiones.
- El sistema de extracción de polvo está conectado y operativo.
- El equipo de protección personal obligatorio está disponible (gafas de seguridad, protección auditiva).

Durante la actividad

- Los estudiantes conocen sus funciones (diseño, configuración, supervisión, control de calidad, documentación).
- Los estudiantes pueden identificar los principales parámetros del CNC, tales como:
  - Profundidad de corte
  - Tipo de herramienta
  - Tasa de alimentación
  - Velocidad del husillo

- Se ha explicado un flujo de trabajo claro: Diseño- Programa CNC-Configuración-Mecanizado-Evaluación.
- El profesor supervisa activamente el funcionamiento de la máquina y la posición del alumno.
- Se planifica tiempo para el acabado básico (lijado de los bordes, limpieza).

Después de la actividad

- Los estudiantes documentan los resultados (fotos, bocetos, notas sobre la configuración y los resultados).
- Se realiza una breve actividad de reflexión (¿Qué funcionó? ¿Qué no? ¿Qué cambiaríais vosotros?).
- La máquina CNC se limpia, se retiran las herramientas si es necesario y el espacio de trabajo se deja seguro para el siguiente grupo.

4.4 Consejos para profesores

A continuación, algunas recomendaciones sobre CNC 3D para aplicaciones educativas.

Recomendación	Descripción
Empieza con tareas CNC sencillas	Comienza con operaciones básicas como cortes rectos o formas sencillas antes de pasar a proyectos complejos. Esto ayuda a los estudiantes a entender el flujo de trabajo del CNC.
Demuestra antes de dejar que los estudiantes funcionen	Las demostraciones cortas permiten a los estudiantes visualizar el proceso, los movimientos de las máquinas y las zonas de seguridad antes de asumir un papel activo en las actividades del CNC.
Integrar CNC con la carpintería tradicional	Combina el mecanizado CNC con tareas manuales como montaje, lijado y acabado para que los estudiantes entiendan la CNC como una herramienta complementaria, no como un sustituto de la artesanía.
Enfatiza la seguridad en cada etapa	Recuerda regularmente a los estudiantes sobre las piezas móviles, las herramientas giratorias y la colocación segura. Normas claras y supervisión son esenciales para un uso seguro de la CNC.

Fomenta la resolución de problemas y la reflexión	Trata los errores como oportunidades de aprendizaje. Discute por qué ocurrieron errores y cómo se pueden mejorar el diseño, la configuración o los parámetros.
Planificar roles y trabajo en equipo	Asignar roles claros (diseño, configuración, supervisión, control de calidad) para involucrar a todos los estudiantes y reflejar las prácticas reales del taller.
Reservar tiempo para la evaluación	Incluye siempre tiempo para revisar los resultados, compararlos con el diseño y reflexionar sobre el proceso y los resultados del CNC [10], [11].

5. Seguridad y sostenibilidad en CNC

El uso de la tecnología CNC en la formación en carpintería y carpintería ofrece muchas ventajas, pero también requiere una atención cuidadosa a la seguridad y la sostenibilidad. En un contexto de VET, las máquinas CNC deben utilizarse de manera que protejan a estudiantes y profesores, al tiempo que fomenten el uso responsable de materiales y recursos.

Consideraciones de seguridad al utilizar máquinas CNC:

Las máquinas CNC implican piezas móviles, herramientas giratorias y componentes eléctricos, lo que significa que la seguridad siempre debe ser una prioridad. Según Proto&Go, uno de los principios de seguridad más importantes es asegurar que solo los usuarios capacitados operen la máquina y que se sigan procedimientos operativos claros. Antes de iniciar cualquier actividad CNC, los usuarios deben familiarizarse con los controles de la máquina, las funciones de parada de emergencia y las reglas básicas de funcionamiento.

El equipo de protección individual (EPP) adecuado también es esencial. Se recomiendan gafas de seguridad para proteger contra astillas y residuos, y puede ser necesaria protección auditiva dependiendo de la máquina y el material que se utilice. La ropa holgada, las joyas y el pelo largo deben asegurarse para evitar el contacto con las partes móviles.

Otro aspecto clave de la seguridad es la instalación de las máquinas y la organización del espacio de trabajo. Se destaca la importancia de fijar la pieza de forma segura para evitar movimientos durante el mecanizado. Las herramientas deben instalarse y apretar correctamente, y la zona de corte debe mantenerse libre de objetos innecesarios. Un espacio de trabajo limpio y organizado reduce el riesgo de accidentes y mejora la visibilidad durante la operación.

La inspección y el mantenimiento regulares también juegan un papel importante en la seguridad. Revisar el desgaste de las herramientas, asegurarse de que los protectores y sistemas de seguridad funcionen y mantener la máquina limpia ayuda a prevenir fallos inesperados y fallos inesperados. En un entorno educativo, estas comprobaciones deberían formar parte de la preparación rutinaria antes de cada sesión.



Ilustración 7: Persona usando el equipo de protección personal adecuado [14].

Aspectos de sostenibilidad del uso del CNC en la carpintería:

Además de la seguridad, la tecnología CNC puede apoyar prácticas más sostenibles en la carpintería cuando se utiliza de forma responsable. Un aspecto importante de la sostenibilidad es la eficiencia de los materiales. Como el mecanizado CNC se planifica digitalmente, los caminos de corte pueden optimizarse con antelación, ayudando a reducir el desperdicio de materiales y evitar errores innecesarios. Esto es especialmente relevante en entornos de formación donde los recursos son limitados.

Las máquinas CNC también pueden contribuir a un mejor control de los procesos de producción, lo que ayuda a minimizar el retrabajo y los rechazos de piezas. Producir componentes precisos desde el primer intento reduce el desperdicio de madera y el consumo energético asociado a tareas repetidas.

Otra consideración de sostenibilidad es la gestión del polvo y los residuos. Ambas fuentes subrayan la importancia de sistemas adecuados de extracción de polvo, que no solo mejoran la seguridad, sino que también reducen el impacto ambiental de las partículas en suspensión aérea en el taller. Los residuos de madera recogidos pueden gestionarse de forma más eficaz y, cuando sea posible, reutilizarse o reciclarse.

Desde una perspectiva educativa, CNC ofrece una oportunidad para aumentar la conciencia estudiantil sobre la fabricación responsable. Al debatir sobre la elección de materiales, estrategias de corte y reducción de residuos durante las actividades del CNC, los profesores pueden ayudar a los estudiantes a entender cómo las herramientas digitales pueden apoyar prácticas de carpintería más sostenibles [14], [15].

6. Recursos adicionales

Título: Introducción a las máquinas CNC

Autor: CNCKing

Descripción: Vídeo corto que presenta qué es CNC y cómo funciona.

Enlace: https://www.youtube.com/watch?v=-C_h7BOq4ps

Título:

Autor: La guía definitiva para el mecanizado CNC

Descripción: Información adicional y recursos para aprender más sobre esta tecnología y sus posibles usos.

Enlace: https://www.fictiv.com/articles/the-ultimate-guide-to-cnc-machining

Título: Tipos y aplicaciones de mecanizado CNC

Autor: YIJIN Hardware

Descripción: Breve vídeo que presenta los diferentes tipos de máquinas CNC que existen y que pueden aplicarse.

Enlace: https://www.youtube.com/watch?v=u1jiod4c-eI

7. Conclusión

La integración de la tecnología CNC en los programas de VET en carpintería y carpintería apoya la modernización de la VET conectando procesos digitales con la artesanía tradicional. CNC permite a los alumnos trabajar con herramientas y flujos de trabajo que reflejan la práctica profesional actual, mientras desarrollan habilidades manuales esenciales.

Esta guía ha mostrado cómo el CNC puede introducirse de forma estructurada, segura y pedagógicamente significativa, proporcionando a los profesores recomendaciones prácticas, ejemplos de actividades y orientación sobre la implementación en el aula. Cuando se utiliza como herramienta complementaria, la CNC mejora la precisión, apoya el aprendizaje y fomenta una mejor comprensión de los procesos de producción.

Dentro del marco del proyecto ShiftVET, esta guía contribuye a fortalecer la oferta de formación profesional apoyando la adopción de tecnologías innovadoras alineadas con las necesidades del mercado laboral. Al hacerlo, ayuda a preparar a los aprendices para los retos de las profesiones contemporáneas de la carpintería y la carpintería.

ShiftVET es donde CNC se encuentra con la artesanía moderna.

Bibliografía

[1] Goodwin University, "¿Qué es el mecanizado CNC en la fabricación?", Goodwin University, 9 de julio de 2024. [Online]. Disponible: https://www.goodwin.edu/enews/what-is-cnc/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[2] J. mentira, "Guía de la fresadora CNC de madera," Runsom, [Online]. Disponible: https://www.runsom.com/es/blog/cnc-wood-router/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[3] AM Soluciones, "Las 7 fases del programa CNC: desde el diseño hasta la producción," AM Soluciones, 16 de noviembre de 2023. [Online]. Disponible: https://www.amsoluciones.com/las-7-fases-del-programa-cnc-desde-el-diseno-hasta-la-produccion/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[4] PartMFG, «¿Qué es el corte CNC?», PartMFG, 15 de septiembre de 2025. [Online]. Disponible: https://www.partmfg.com/es/que-es-el-corte-cnc/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[5] IGOLDENCNC, "Las 10 principales aplicaciones de las fresadoras CNC de madera," IGOLDENCNC, 5 de septiembre de 2025. [Online]. Disponible: https://www.igolden-cnc.com/es/top-10-applications-of-wood-cnc-router/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[6] Blog de la industria CNC, "¿Para qué se usa una máquina CNC en la carpintería?", blog de la industria CNC, [Online]. Disponible: https://cncblogs.com/cnc-industry-blog/what-is-a-cnc-machine-used-for-in-woodworking/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[7] MASMADERAZARAGOZA, "Máquinas de corte de control numérico o CNC," MASMADERAZARAGOZA, 2024. [Online]. Disponible: https://www.masmaderazaragoza.com/muebles-a-medida/cnc/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[8] AVIDCNC, AVIDCNC, [Online]. Disponible: https://www.avidcnc.com/cnc-router-bit-set-p-427.html?srsltid=AfmBOopJft-j8CgKF1IOgthhhmz7pClPJZCt1uUGIjW_f-fgA8CVbox8. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[9] XOMETRY, "La guía definitiva del mecanizado CNC," XOMETRY, 08 de septiembre de 2023. [Online]. Disponible: https://xometry.pro/es/articulos/mecanizado-cnc-guia/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[10] R. Ye, "Mecanizado CNC en la educación: aplicaciones y beneficios," 3ERP, [en línea]. Disponible: https://www.3erp.com/blog/cnc-education/. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[11] MatterHackers, "Transforma tu aula: principales razones para añadir una máquina CNC este curso escolar," MatterHackers, 15 de agosto de 2024. [Online]. Disponible: https://www.matterhackers.com/about/transform-your-classroom-top-reasons-to-add-a-cnc-machine-this-school-year?srsltid=AfmBOoopxufxCnby_Qs8OdhwqZJj69PG462kzkep4b1lkypZcm5uxw2t. [Consultado el 08 de enero de 2026].

[12] A. A. A. A. L. F. Caleb Favela, «Los mejores programas CNC (15 son gratuitos)», All3DP, 11 de marzo de 2024. [Online]. Disponible: https://all3dp.com/es/2/mejor-programa-cnc-gratuito/#google_vignette. [Consultado el 09 de enero de 2026].

[13] UDIT, «¿Para qué se utiliza una fresadora CNC?: Usos en el grado de diseño de producto», UDIT, 12 de diciembre de 2024. [Online]. Disponible: https://www.udit.es/para-que-sirve-una-

fresadora-cnc-usos-en-el-grado-en-diseno-de-producto/. [Consultado el 09 de enero de 2026].

[14] J. Zhang, "Precauciones de seguridad de máquinas CNC: qué hacer y no hacer," BlueElephant, 30 de marzo de 2025. [Online]. Disponible: https://es.elephant-cnc.com/blog/cnc-machine-safety-precautions/. [Consultado el 09 de enero de 2026].

[15] PROTO&GO!, «Aspectos básicos y consejos de seguridad para máquinas CNC,» PROTO&GO!, [Online]. Disponible: https://protoandgo.com/aspectos-basicos-y-consejos-de-seguridad-para-las-maquinas-cnc/. [Consultado el 09 de enero de 2026].

[16] «PROFESOR 3DP,» [Online]. Disponible: https://3dp-teacher.erasmus.site/ite/3DP%20Teacher's%20Guidebook_final_ES.pdf.

SHIFTVET

Co-funded by
the European Union

Cofinanciado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados sólo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los del Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE). Ni la Unión Europea ni la autoridad otorgante pueden ser considerados responsables de ellos.