

La didáctica en la enseñanza aprendizaje para centro de maquinado vertical.

¹González Vázquez-Luis Gabriel¹, Moreno Arango-José Antonio², VillalVazo Rivera-José Benjamín³, Zepeda Orozco-Víctor Miguel⁴, y Mendoza Sánchez-Ahidé Berenice⁵.
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de ciudad Guzmán.

Resumen - La implementación de la informática en las máquinas herramientas convencionales origina las máquinas de control numérico computarizado, el cual manipula la posición del material que se está maquinando y las velocidades angulares de las herramientas de corte. Esta investigación menciona los recursos didácticos empleados para la enseñanza aprendizaje de la operación del centro de maquinado CNC utilizados en universidades e instituciones educativas de nivel medio superior y superior contiguas al Tecnológico de Ciudad Guzmán, Jalisco. Además, se mencionan las preferencias y las mejores prácticas en la enseñanza-aprendizaje por docentes homólogos en esta región.

Índice de Términos – Recursos didácticos, Máquinas herramientas convencionales, Control numérico computarizado.

I. INTRODUCCION

Una máquina herramienta se define como: “un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. La elaboración de la pieza se realiza con determinado grado de precisión y rugosidad superficial, se puede ejecutar por arranque de viruta, deformación, corte o electroerosión” [1], entre las más comunes es posible encontrar tornos para realizar ejes o tornillos, fresadoras para manufacturar engranes o cuñeros, taladros para hacer barrenos o cajas de lubricación y el cepillo de codo para producir cuñas o cuñeros [2]. Las siglas CNC corresponden a Control Numérico Computarizado, tuvo su origen a principios de la década de 1950 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT, en donde se automatizó por primera vez una fresadora convencional, sin embargo en esa época las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio utilizado era incluso mayor que el de la máquina [3]. Hoy día las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria, además con la ayuda de los lenguajes conversacionales y los sistemas CAD/CAM, los equipos CNC permiten a las empresas producir con mucha mayor rapidez y calidad sin necesidad de tener personal altamente especializado. [4]

En la industria metal mecánica se encuentran: La manufactura sustractiva que la componen, centros de maquinado CNC, centros de torneado, electroerosionadoras, cortadoras de plasma, cortadoras por chorro de agua, entre otras. La manufactura aditiva por su parte la componen impresoras de filamento y resina.

El aislamiento a raíz del SARS-Cov-2 dejó al descubierto que ordinariamente se prescinde de utilizar recursos multimedia y simuladores para la educación en asignaturas relacionadas con la manufactura CNC [5], ya que estos contenidos generalmente son abordados de forma presencial. Sin embargo es importante considerar que los simuladores son recursos didácticos que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje [6], permiten la interacción de: maestros-estudiantes-equipos CNC. Por esto la necesidad de investigar las estrategias de enseñanza aprendizaje emergentes en la impartición de materias de Manufactura que involucran máquinas CNC.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una consulta del Estado del arte a través del buscador GOOGLE SCHOLAR y la biblioteca virtual E-Libro, dicha consulta fue realizada del 18 al 25 de julio del presente año, y se consideraron como criterios de selección que fueran documentos en español del 2018 a la fecha. Además, fueron consultados con la palabra clave: Estrategias de enseñanza aprendizaje en la manufactura CNC. De Esta búsqueda se presentan los resultados encontrados clasificados por: Programas de cómputo, Libros, Publicaciones y Tesis.

Además, se realizó una investigación de la retícula de las instituciones educativas de nivel medio superior y superior cercanas al Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán en el estado de Jalisco, las cuales se muestran en la Tabla 2, donde se encontraron 8 instituciones educativas, de las cuales 4 cumplen con el criterio de Manufactura CNC en la retícula de las carreras que ofrecen y se enviaron un total de 10 cuestionarios para ser contestados por docentes que imparten materias relacionadas con máquinas CNC.

I. Estado del arte

Los recursos didácticos que se encontraron se presentan a continuación:

A. Programas de cómputo

En la Tabla 1, se muestra una lista de programas de cómputo CAD, CAM y Simuladores empleados para Dibujo Asistido por Computadora, Manufactura Asistida por Computadora y Simulación de máquinas virtuales CNC con diferentes tipos de controles.

Tabla 1. Programas de cómputo CAD, CAM y Simuladores

Nombre del programa	Descripción
AutoCAD	<i>AutoCAD</i> es un software de diseño asistido por computadora (CAD) que se utiliza para dibujar, diseñar y modelar en 2 y 3 dimensiones de forma precisa. Para más información consulte el sitio web [7]
SolidWorks	Es un software de diseño CAD 3D para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D y cuenta con un módulo CAM. Información adicional puede ser obtenida en [8]
SurfCAM	Es un software CAD/CAM que permite dibujar utilizando distintas entidades geométricas y programar centro de maquinado en 2, 3, 4 y 5 ejes, torno y electroerosionadora. Véase [9]
MasterCAM	Es un software CAD/CAM que permite programar centro de maquinado, torno, fresado-torneado, enrutador, multieje, alambre, diseño y más. Para más información consulte el sitio web [10]
WinUnisoft	Ha sido diseñado pensando en la enseñanza/aprendizaje de la programación y el uso de controles numéricos, su implementación acerca al usuario a la realidad industrial. Información adicional puede ser obtenida en [11]
Swansoft CNC Simulator	Es un software de simulación de sistema de máquina CNC 3D en tiempo real y un software avanzado de verificación de código G. Permite al usuario simular todas las operaciones de la máquina CNC y depurar el código NC utilizando la misma plataforma. Véase [12]

B. Libros

En español se encontraron los siguientes títulos de libros: a) Mecanizado por control numérico del autor Francisco Tornero, aborda la programación a pie de máquina de torno y fresadora basado en el control el control Sinumerik 840D [13]. b) Reconversión de las maquinas herramientas convencionales a control numérico computarizado del autor Leobardo Arriaga Segundo, proporciona información para convertir el funcionamiento de una máquina herramienta convencional a CNC [14]. c) Las maquinas herramientas con control numérico del autor Leobardo Arriaga Segundo, explica los criterios administrativos en un taller de CNC y provee los fundamentos para programación de máquinas CNC [15]. d) Aplicaciones de control numérico para fresadora del autor Jordi Sans García,

describe el procedimiento para realizar distintas prácticas para fresadora utilizando programación a pie de máquina.[16]

C. Publicaciones

Otro recursos didácticos encontrados en publicaciones son los siguientes: a) Diseño e implementación de un curso interactivo multimedia para el aprendizaje de los procesos CAM utilizando un centro de mecanizado Leadwell V30, el software MasterCAM, haciendo uso de texto, imágenes y videos que permiten al estudiante repasar la información las veces que necesite, para recopilar toda la información y crear un entorno particular se utilizó el software Autoplay Media Studio 8 [17]. b) El simulador SwanSoft puede recrear el funcionamiento de centros de torneado y fresadoras CNC con distintos tipos de controles, brindando la posibilidad al usuario de dibujar desde un entorno de dibujo asistido por computadora, programar en algún software para manufactura asistida por computadora, finalmente crear un código G y M y ejecutarlo en el simulador Swansoft [18]. c) El Cotizador de servicios CNC para centro de maquinado, muestra a los estudiantes algunos aspectos a considerar al momento de cotizar un servicio CNC [19]. En la Figura 1, se muestran los recursos didácticos mencionados.

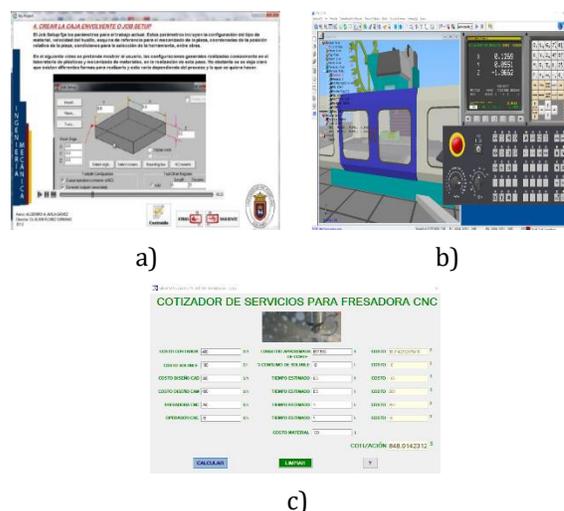


Figura 1 Recursos didácticos encontrados en publicaciones: a) Curso interactivo [17], b) Simulador SwanSoft [18], c) Cotizador de servicios CNC [19]

D. Tesis.

Entre las propuestas de recursos planteados en tesis se encuentran: a) Trabajo con un Entorno Virtual de Aprendizaje para Máquinas de Control Numérico Computarizado para estudiantes de bachillerato, el cual consistió en emplear Moodle para mantener una comunicación asíncrona y de forma síncrona se mantuvo la comunicación de forma síncrona mediante Zoom[20]. b) Tutorial aplicando la realidad aumentada en la enseñanza aprendizaje CNC interactuando distintos recursos multimedia, como audios, videos, imágenes en 3D para reforzar los contenidos de cada unidad y cuestionarios realizados en Kahoot, Hotpotatoes, Educaplay y Moodle [21]. c) Así mismo se ha trabajado en diseñar y construir una fresadora CNC para manufacturar circuitos impresos, transfiriendo los archivos desde la PC o de una dispositivo de almacenamiento masivo

[22]. d) Laboratorio remoto para operar un centro de mecanizado vertical usando dos cámaras IP, un ordenador con el software OBS Studio, una televisión, un enrutador, una conexión eléctrica y una conexión a internet estable, de esta forma todo el grupo de estudiantes se conectó por Youtube o Twitch para observar el desarrollo de la práctica en tiempo real [23]. En la Figura 2 se muestran cada uno de los recursos.

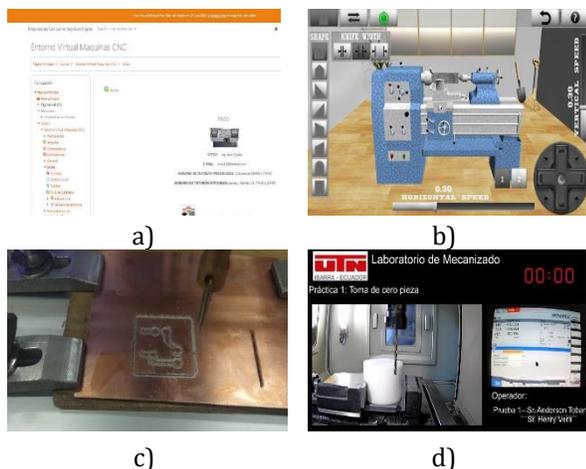


Figura 2: a) Entorno virtual en Moodle [20], b) Realidad aumentada en CNC [21], c) Fresadora CNC para circuitos impresos [22] d) Implementación de laboratorio remoto. [23]

2. Encuesta

A. Oferta académica de instituciones educativas de nivel medio superior y superior.

La oferta académica de las instituciones educativas públicas federales de nivel superior en un perímetro de 30 km a la ubicación del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, se muestran en la Tabla 2 donde se abordan las tecnologías CAD/CAM/CNC.

Tabla 2. Instituciones de nivel superior que imparten asignaturas CAD/CAM/CNC

Institución educativa	Especialidades técnicas/Carrera	CNC	
		SI	NO
Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán	• Ambiental		√
	• Eléctrica		√
	• Electrónica		√
	• Gestión empresarial		√
	• Industrial	√	
	• Informática		√
	• Mecánica	√	
• Sis. Computacionales		√	
Instituto Tecnológico de Tamazula de Gordiano Jalisco	• Electromecánica	√	
	• Industrias alimentarias		√
	• Innovación Agrícola		√
	• Administración		√
	• Tecnologías de la información y comunicaciones		√

La Tabla 3 muestra las Instituciones Educativas de nivel medio superior donde se abordan las tecnologías CAD/CAM/CNC.

Tabla 3. Instituciones de nivel medio superior que imparten asignaturas CAD/CAM/CNC

Institución educativa	Especialidades técnicas /Carrera	CNC	
		S I	N O
Cbtis 226	• Administración de recursos humanos		√
	• Contabilidad		√
	• Electrónica		√
	• Programación		√
	• Mantenimiento automotriz		
Cbtis 70	• Contabilidad		√
	• Electricidad		√
	• Mantenimiento industrial	√	
	• Ofimática		√
	• Programación		√
Cecytej Zapotiltic	• Electromecánica	√	
	• Biotecnología		√
	• Programación		√
Cecytej Tecalitlan	• Logística		√
	• Diseño grafico		√
Conalep Tamazula	• Contabilidad		√
	• Informática		√
	• Mantenimiento automotriz		√
Centro De Bachillerato Tecnológico Agropecuario 19	• Administración para el emprendimiento agropecuario		√
	• Ofimática		√
	• Agropecuario		√
	• Agricultura protegida		√
	• Producción industrial de alimentos		√

B. Preguntas planteadas en la encuesta

Pregunta 1. ¿Cuál es el nombre de los programas CAD que emplea durante clases?

- AutoCAD
- SolidWorks
- Inventor
- Otras

Pregunta 2. ¿Cuál es el nombre de los programas CAM que emplea durante clases?

- SolidWorks CAM
- SurfCAM
- MasterCAM
- Otras

Pregunta 3. ¿Cuál es el nombre de los simuladores que emplea durante clases?

- WinUnisoft
- Swansoft
- Otras

Pregunta 4. ¿Durante las clases emplea un centro de maquinado vertical?

- Si
- No

Pregunta 5. Señale los recursos didácticos que emplea durante el desarrollo de la asignatura

- Videos
- Audios
- Prácticas guiadas
- Otras

C. Encuesta elaborada en Microsoft Forms

La encuesta fue elaborada en Microsoft Forms y se aplicó en línea en el mes de julio del presente año a profesores que imparten contenidos relacionados con la manufactura CNC. La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resultados obtenidos de la encuesta

Pregunta	Descripción
1	78 % SolidWorks 22 % AutoCAD u otras aplicaciones
2	78 % SurfCAM y SolidWorks CAM 22 % Otras herramientas CAM
3	46 % Swansoft 32 % Otros simuladores 22 % WinUnisoft
4	67 % No utilizo el centro de maquinado 23 % Si lo utilizo 10 % Utilizo otras opciones
5	100 Videos y prácticas guiadas

III. DISCUSIÓN

La informática trajo el desafío de reinventar la educación en todos los niveles académicos, rompiendo el paradigma de la educación clásica para enseñar-aprender y trayendo consigo nuevas herramientas que benefician la educación. Entre los recursos didácticos más utilizados en la enseñanza-aprendizaje para centro de maquinado vertical se encuentran los programas de cómputo para dibujar-programar-simular maquinados. Los libros destacados son aquellos que brindan información con temas como: la administración de un taller, conversión de una máquina herramienta convencional a CNC y la programación de distintos tipos de controles. Las Publicaciones sobresalientes

muestran los esfuerzos por desarrollar cursos interactivos y utilizar simuladores de máquinas CNC. Además, las tesis muestran la metodología para implementar un laboratorio remoto, trabajar en un entorno virtual utilizando Moodle-Zoom y la aplicación de la realidad aumentada haciendo uso de distintos recursos multimedia.

De los resultados obtenidos de la encuesta se puede concluir que SolidWorks es un programa de cómputo que está siendo empleado para modelar y programar centro de maquinado vertical, por la facilidad que ofrece a sus usuarios de trabajar en una sola interfaz, lo que disminuye el tiempo en la curva de aprendizaje de los estudiantes. El simulador Swansoft al representar centros de maquinado y torneado con distintos controles es una opción viable con la que cada estudiante puede interactuar. Además, los videos y las prácticas guiadas son los recursos emergentes más utilizados por los docentes encuestados.

IV. AGRADECIMIENTO

Agradecer al Tecnológico Nacional de México por el apoyo recibido para realizar el proyecto titulado “Recursos Didácticos Para La Enseñanza-Aprendizaje En Centro De Maquinado CNC” con clave 14715.22-P. Así como a las honorables autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, representadas por la Directora, M.A. MARÍA ISABEL ÁLVAREZ HERNÁNDEZ, a la Subdirectora Administrativa M.C. Norma Nélida Morfin Maldonado y al Subdirector Académico M.C. Carlos Ruvalcaba Márquez quienes con su apoyo encausan los esfuerzos de la comunidad docente para desarrollar recursos académicos que coadyuven al proceso de formación de los estudiantes.

V. REFERENCIAS

- [1] “Máquina herramienta - EcuRed”. https://www.ecured.cu/M%C3%A1quina_herramienta (consultado el 27 de agosto de 2022).
- [2] “MAQUINAS Y HERRAMIENTAS CONVENCIONALES - FEGM2107”. <https://sites.google.com/site/fegm2107/maquinas-y-herramientas-convencionales> (consultado el 27 de agosto de 2022).
- [3] “Viwa es CNC a su alcance”. <http://viwacnc.com/index.php?seccion=articulo&art=48> (consultado el 27 de agosto de 2022).
- [4] Baquero Cortes, F., & Torres Ortega, D. M. (2011). CNC Control numérico por computadora en sistemas tecnológicos de la industria.
- [5] M. M. María, P. L. R. Jesús, P. O. Gonzalo, G. V. L. Gabriel, y J. I. R. Arias, “Estrategias de Enseñanza - Aprendizaje para Prácticas Híbridas en la Asignatura de Procesos de Fabricación”, vol. 10, núm. 3, p. 10, 2021.
- [6] J. Cabero-Almenara y J. Costas, “La utilización de simuladores para la formación de los alumnos”, C, p. 31.
- [7] “Software AutoCAD | Obtener precios y comprar el producto AutoCAD 2023 oficial | Autodesk”. <https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview> (consultado el 29 de agosto de 2022).
- [8] “SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve”, SolidBI. <https://solid-bi.es/solidworks/> (consultado el 28 de agosto de 2022).
- [9] “Home”, Surfcam Mexico. <https://surfcam-mexico.com/> (consultado el 29 de agosto de 2022).
- [10] “CAD/CAM Solutions for Manufacturing”, Mastercam. <https://www.mastercam.com/> (consultado el 29 de agosto de 2022).

- [11] “WinUnisoft”, ALECOP. <https://www.alecop.com/equipamiento-didactico/areas/fabricacion-mecanica/winunisoft/> (consultado el 29 de agosto de 2022).
- [12] “Swansoft CNC Simulator”. <https://swansoftcn simulator.com/> (consultado el 29 de agosto de 2022).
- [13] F. Tornero, *Mecanizado por control numérico*. Cano Pina, S.L., Ediciones Ceysa, 2012.
- [14] L. A. Segundo, *Reconversión de las máquinas-herramienta convencionales a Control Numérico Computarizado (Metodología)*. Instituto Politécnico Nacional, 2004.
- [15] L. Arriaga Segundo, *Las máquinas: herramienta con control numérico*. Instituto Politécnico Nacional, 1999. Consultado: el 28 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/lc/itcg/titulos/73982?as_all=Las_maquinas_herramienta_s_con_control_num%C3%A9rico&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as
- [16] J. Sans García, Heidenhain: aplicaciones de control numérico para fresadora. Universitat Politècnica de Catalunya, 2008. Consultado: el 28 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/lc/itcg/titulos/53811?as_all=Aplicaciones_de_control_num%C3%A9rico_para_fresadora&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as
- [17] A. A. Á. G, E. G. F. Serrano, y O. G. G, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO INTERACTIVO MULTIMEDIA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS PROCESOS CAM EN UN CENTRO DE MECANIZADO LEADWELL V30”, *Rev. Colomb. Tecnol. Av. RCTA*, vol. 2, núm. 20, Art. núm. 20, ago. 2013, doi: 10.24054/16927257.v20.n20.2012.188.
- [18] G. V. L. Gabriel, M. M. María, V. M. Juan, C. C. J. Abel, y A. M. R. Viridiana, “Simulador CNC: una Alternativa en la Enseñanza-Aprendizaje de Sistemas Avanzados de Manufactura”, vol. 10, núm. 3, p. 11, 2021.
- [19] M. A. J. Antonio, P. O. Gonzalo, C. C. José, P. L. R. Jesús, y G. V. L. Gabriel, “Aplicación Didáctica de un Cotizador de Servicios para Fresadora CNC”, vol. 10, núm. 3, p. 10, 2021.
- [20] J. P. Pujota Chango, “Entorno virtual de aprendizaje para máquinas de control numérico computarizado en tercero de bachillerato”, 2020, Consultado: el 28 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2568>
- [21] J. A. Hernandez Revelo, “TUTORIAL PARA LA ASIGNATURA CONTROL NUMÉRICO COMPUTALIZADO MEDIADA POR SIMULACIÓN COMPUTARIZADA UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA”, 2018, Consultado: el 28 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1851>
- [22] M. A. Valdiviezo Millán y T. J. Negrete Durazno, “Diseño e implementación de un prototipo de sistema de control numérico computarizado para la elaboración de circuitos impresos en baquelita.”, 2018, Consultado: el 28 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16091>
- [23] P. A. Báez Muñoz, “Implementación de un laboratorio remoto para un centro de mecanizado vertical de 3 ejes”, feb. 2022, Consultado: el 26 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12128>