RPNS: 2090 | ISSN: 2074-0735
Volumen 21 (2025)
n°2 (abril - junio)

Recibido: *20/diciembre/2024* ***Aceptado:*** *28/marzo/2025*

Conjunto de ejercicios para la representación de planos de piezas desarrollables de la mecánica (Original)

Set of exercises for the representation of plans of developable parts of machinery (Original)

Jesús Feliciano Velázquez Pérez. *Licenciado en Educación en la especialidad de Educación Laboral y Dibujo Técnico. Máster en Investigación Educativa. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.* [jesusfeliciano.velazquez1960@gmail.com]
[https://orcid.org/0000-0003-0893-6551]

Virgilio Herrera Rondón. *Licenciado en Construcción de Maquinarias. Máster en Investigación Educativa. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.* [vherrerar@udg.co.cu]
[https://orcid.org/0000-0003-4036-9948]

Eugenio Eduardo Velázquez Pérez. *Ingeniero en Agronomía. Máster en Ciencias de la Educación. Profesor Asistente. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.*
[velazquezperez684@gmail.com] [https://orcid.org/0009-0002-4316-741X]

Elena Piñeiro Alonso. *Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Profesora de Química General y Editora de área de conocimiento de la Revista Roca. Universidad de Granma, Cuba.*
[pineiroadriana6@gmail.com] [https://orcid.org/0000-0001-6710-1285]

Resumen

Algunos de los artículos más recurrentes en la maquinaria son las carrocerías, cubiertas, protectores de sistemas de transmisiones, conductos, soportes de dispositivos; todos elaborados generalmente con chapa metálica. Sin embargo, de la amplia literatura referida a la gráfica de ingeniería, no existe una que presente ejercicios para estos elementos, como sí lo hacen con amplitud con ruedas dentadas, resortes, árboles mecánicos o ejes y poleas. Esta carencia propicia una incompleta preparación del futuro ingeniero agrícola ante el ejercicio de su profesión, para el que debe asumir la reparación de esos artículos, lo cual presupone la realización previa de un plano técnico que cumpla los elementales requisitos para estas piezas, así como aportar toda la información necesaria para la elaboración y control de estos artículos. Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se consideró como objetivo, la elaboración de un conjunto de ejercicios para el estudio del tema Planos de Piezas Desarrollables, de la disciplina Gráfica de Ingeniería, que permita la ejecución precisa del desarrollo de piezas construidas con chapa metálica. Entre los métodos de investigación que se aplicaron se incluyen análisis y síntesis, el experimento pedagógico y el método estadístico. El aporte práctico fue la elaboración, por primera vez, de un

conjunto de ejercicios para el tema, que además de facilitar el desarrollo de las clases, garantiza una participación más activa en la construcción de conocimientos por los estudiantes, lo cual ha sido demostrado durante la aplicación de estos ejercicios por más de dos cursos académicos en la Universidad de Granma.

Palabras clave: planos de pieza; chapa metálica; piezas desarrollables; desarrollo de superficies

Abstract

Some of the most common items in agricultural machinery are bodies, covers, transmission system protectors, ducts, device supports; all generally made with sheet metal. However, of the extensive literature referring to engineering graphics, there is no one that presents exercises for these elements, as they do extensively with gear wheels, springs, mechanical shafts or axles, pulleys, etc. This lack leads to an incomplete preparation of the future agricultural engineer for the exercise of his profession, where he must undertake the repair of these items, which presupposes the prior creation of a technical plan that meets the basic requirements for these parts, as well as providing all the information necessary for the preparation and control of these articles. Taking into account the previously described, the objective was considered to be the development of a set of exercises for the study of the topic Plans of Developable Parts, of the Engineering Graphics discipline, which allows the precise execution of the development of parts built with metal sheet. The research methods that were applied included the survey, expert judgment and the statistical method. The practical contribution was the development, for the first time, of a set of exercises for the topic, which in addition to facilitating the development of the classes, guarantees a more active participation in the construction of knowledge by the students themselves, which has been demonstrated during the application of these exercises for more than 3 academic years at the University of Granma.

Keywords: part drawings; sheet metal; developable parts; surface development

Introducción

En la disciplina Gráfica de Ingeniería, estudiada en las carreras técnicas universitarias, uno de los temas carentes de ejercicios propuestos en los manuales existentes de dibujo aplicado, lo constituye el referido a los planos de piezas elaboradas a partir de chapas metálicas, es decir, piezas desarrollables, ejecutadas por doblado. Esto constituye una limitante en la preparación del futuro ingeniero, toda vez que tales piezas son de amplia aplicación en la maquinaria en elementos como cubiertas, carrocerías, protectores de sistemas de transmisiones, conductos y

soportes de dispositivos. Los planos de las piezas en cuestión precisan de determinados requisitos que los diferencian de los planos de otras piezas comunes, así como ocurre en los planos de ruedas dentadas, resortes, árboles o ejes, cada caso, con sus características específicas, pero que no dejan de estar presentes en la bibliografía con una abundante gama de ejercicios de preparación, a excepción de las piezas de chapas metálicas.

Para las piezas desarrollables, aunque se aborda su estudio en el dibujo aplicado, previamente es tratada la teoría de desarrollo de superficies en la asignatura Geometría Descriptiva, donde se trabajan los métodos más prácticos como el de triangulación o el de sección normal, con la indispensable determinación de verdaderas magnitudes de superficies o aristas empleando, a su vez, los métodos de transformación en el abatimiento, tales como el de cambio de plano, el de giro o el de coincidencia, base para la representación de vistas auxiliares, y condición más que imprescindible para la representación correcta del desarrollo de la pieza. Posteriormente, en Dibujo Básico, el contenido se estudia con modelos geométricos que en esencia son la combinación de los sólidos geométricos elementales vistos en Geometría Descriptiva. Es entonces en Dibujo Aplicado donde finalmente todo el sistema de conocimientos al respecto es utilizado para artículos mecánicos de empleo en la maquinaria. Todo lo anterior con el método instrumental (uso de medios tradicionales de dibujo técnico) y con un componente demostrativo del empleo de los sistemas de Dibujo Asistido por Computación (CAD).

En el proceso de enseñanza aprendizaje de este tema, se han podido constatar determinadas insuficiencias que atentan contra la normal formación del ingeniero:

- En primer lugar, el tema de planos de piezas desarrollables carece de la literatura que proporcione un conjunto de ejercicios para el desarrollo de habilidades de representaciones de piezas elaboradas con chapa metálica, a diferencia de otras piezas con igual recurrencia en la carrera como, por ejemplo: árboles, ejes, ruedas dentadas y resortes. Esta carencia de ejercicios para el tema propicia una incompleta preparación del futuro ingeniero para el ejercicio de su profesión, en que debe asumir la reparación de esos artículos, lo cual presupone la elaboración previa del plano técnico que cumpla los elementales requisitos para estas piezas, así como aportar toda la información necesaria para la elaboración y control de estos artículos.
- Por otra parte, existe una tendencia a la solución única del problema mediante sistemas CAD, lo cual se considera insuficiente, pues se precisa del conocimiento tradicional del trazado del dibujo. Cavas (2018) asegura que la enseñanza del dibujo no podrá ser sustituida por

una herramienta informática. Sería equivalente a sustituir la enseñanza de la aritmética elemental en la escuela, al contarse con modernas calculadoras. La Aritmética y el Dibujo forman parte de la cultura de la humanidad, y solo dejarán de serlo cuando irrumpa una nueva cultura universal. Al respecto, Suárez (2020) sostiene la importancia de aprender las técnicas clásicas del dibujo técnico a través de instrumentos durante la formación profesional en las facultades de ingeniería y arquitectura, toda vez que proporciona a los estudiantes, habilidades que serán provechosas como: conocer conceptos espaciales, geométricos y la expresión gráfica en un mundo saturado de herramientas tecnológicas, siendo parte de la formación integral del profesional.

- La tendencia de los últimos tiempos en la Educación Superior en Cuba es a la disminución sustancial del tiempo presencial de docencia en la gráfica de ingeniería. Siendo una asignatura eminentemente práctica, precisa de variados ejercicios para ser realizados por los propios estudiantes mediante el trabajo independiente. Al respecto, Ortega-Menzala (2021), afirma que el dibujo técnico es importante en el proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería, puesto que es una herramienta que deben aprender como parte de la formación profesional, siendo necesario entender la concepción visual como parte del aprendizaje del dibujo, el que permitirá brindar estrategias para la enseñanza y representación gráfica.
- No aparece en la literatura de la disciplina una demostración o explicación para la solución de desarrollo de superficies donde dos de las caras planas a desarrollar se encuentren enlazadas mediante una superficie curva, lo cual genera lamentables imprecisiones en las respuestas de los estudiantes que, a su vez, invalidan el plano de la pieza representada, pues se obtendría un artículo deformado y, muchas veces, inutilizable.

Para el tratado del tema existe una literatura abundante. Autores tradicionales de la bibliografía básica para el estudio de la Gráfica de Ingeniería en la Educación Superior del país, tales como Rodríguez (1986), Domenech (1986), así como otros extranjeros recurrentes en el estudio del dibujo de ingeniería en Cuba, como Vishnepolski (1987) y Bogolyubov (1989), abordan este contenido mediante explicaciones generales y demostraciones aisladas, esencialmente trabajadas con sólidos geométricos elementales como conos, cilindros, prismas y pirámides; sin embargo, no se registran ejercicios en que los estudiantes puedan desarrollar habilidades en la elaboración de planos de piezas confeccionadas de chapas metálicas. Además, en ninguna de la literatura disponible se aborda la determinación de las magnitudes verdaderas

de superficies desarrolladas, cuyas partes dobladas se enlazan con radio de curvatura, lo cual presupone el uso de ecuaciones indispensables para el éxito de la elaboración precisa de la pieza.

La consulta de este contenido en la red de redes, Internet, no arrojó la presentación con profundidad de esta materia, y es especialmente tratada como la metodología para la elaboración de planos de estos tipos de piezas, pero siempre con el uso de sistemas CAD, que recurrentemente incluyen la pieza en 3D como parte del plano, lo cual se facilita por el algoritmo de ejecución de estos diseños en tales sistemas. Sin embargo, no satisfacen la solución de las insuficiencias relacionadas.

Por su parte, Velázquez (2007), presenta en su tesis en opción al título de Máster en Investigación Educativa, algunas demostraciones de desarrollo de superficies, básicamente para la carrera de licenciatura en Construcción de Maquinarias, con artículos de posible elaboración en los talleres docentes de la enseñanza técnico-profesional. Lo anterior es fundamentado y citado por (Velázquez et al., 2020).

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se estableció como objetivo: la elaboración, por primera vez, de un conjunto de ejercicios para el estudio del tema Planos de Piezas Desarrollables, de la disciplina Gráfica de Ingeniería para las carreras técnicas, que permita la representación precisa del desarrollo de piezas elaboradas de chapas metálicas, y que además de facilitar el desarrollo de las clases, incorpore en tutoriales digitales, la observación minuciosa del desarrollo de piezas utilizando sistemas CAD, es este caso, el SolidWord, garantizando una participación más activa en la construcción de los conocimientos por los propios estudiantes.

Materiales y métodos

Se trabajó en la carrera Ingeniería Agrícola, desde el curso 2021 hasta el curso 2023. La muestra fue de 15 estudiantes en cada curso (2021 y 2022) del primer año del curso diurno de la carrera. Entre los métodos de investigación científica se aplicaron el análisis y síntesis, para tener un mayor conocimiento de documentos y elementos referidos al contenido en cuestión en las disciplinas Gráfica de la Ingeniería y Maquinaria Agrícola, y poder resumir los resultados finales; en el método estadístico, se asume como procedimiento el cálculo porcentual para contabilizar, tabular e interpretar matemáticamente los resultados.

Para la validación del aporte práctico, se aplicó el experimento pedagógico definiéndose grupo de control (GC) y grupo experimental (GE). Se establecieron las variables independientes,

dependientes y ajenas, así como los indicadores a evaluar. Durante el curso 2021 se trabajó en el análisis de situación problémica existente y la elaboración de los ejercicios; en el 2022 se trabajó con el grupo de control (GC); y en el 2023, con la aplicación del conjunto de ejercicios al grupo experimental (GE). En ambos grupos se seleccionaron aleatoriamente 15 estudiantes.

En el experimento, se definió como variable independiente el conjunto de ejercicios, y como variable dependiente el desarrollo de las habilidades del estudiante para elaborar planos de piezas a partir de chapa metálica. Además, se estableció un control de las variables ajenas para comparar el GC al GE.

Variables ajenas controladas:

- Condiciones materiales y ambientales para la docencia (aula especializada de Dibujo Técnico),
- Experiencia profesional del docente (se asumió por el mismo profesor),
- Tipo de curso (en todos los casos se trabajó con el curso diurno).

Se consideraron los siguientes indicadores:

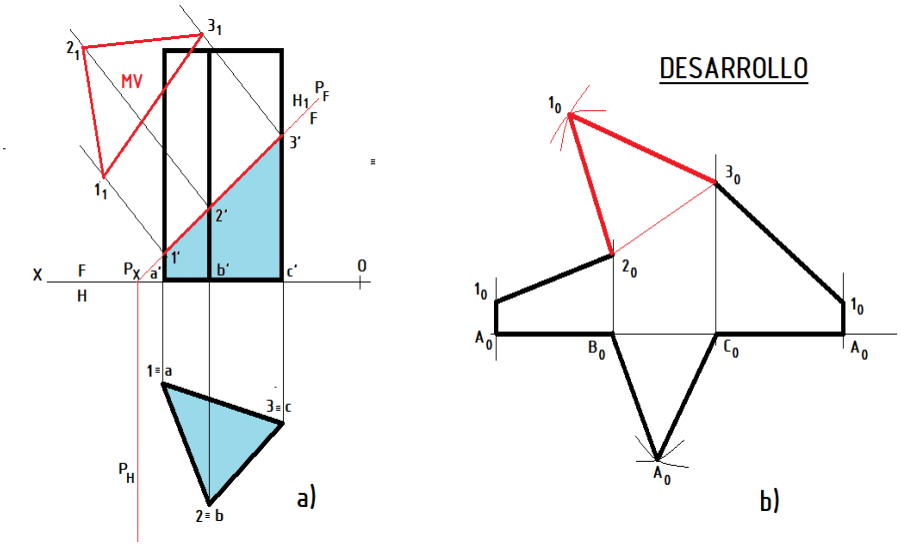
1. Representación del plano sin omisiones que impliquen su invalidez.
2. Aplicación de métodos de transformación del abatimiento de la Geometría Descriptiva para la determinación de las verdaderas magnitudes de las partes de la pieza.
3. Indicación de las dimensiones imprescindibles para la elaboración de la pieza a partir de la información ofrecida en el plano.
4. Empleo de las normas de dibujo establecidas para la representación de superficies desarrolladas.
5. Precisión de las magnitudes, acotaciones y escalas pertinentes.
6. Calidad de las evaluaciones recibidas en la representación de los planos de piezas desarrollables.
7. Nivel de independencia del estudiante al resolver los ejercicios.
8. Resultados de la ejecución del desarrollo de superficies en el trabajo final de la asignatura.

Análisis y discusión de los resultados

Los aspectos iniciales del sistema de conocimientos se remiten a la asignatura de Geometría Descriptiva con el estudio de los métodos de transformación del abatimiento que incluyen: cambio de plano, giro y coincidencia. El más asumido es el primero, del cual se

presenta un ejemplo en la figura 1 a). Estos métodos son sustancialmente importantes, pues el trazado del desarrollo se sustenta en la base de magnitudes verdaderas (MV), y una simple imprecisión generaría la inutilidad del elemento que se desea construir.

Figura 1. Desarrollo de la parte inferior del prisma recto triangular truncado

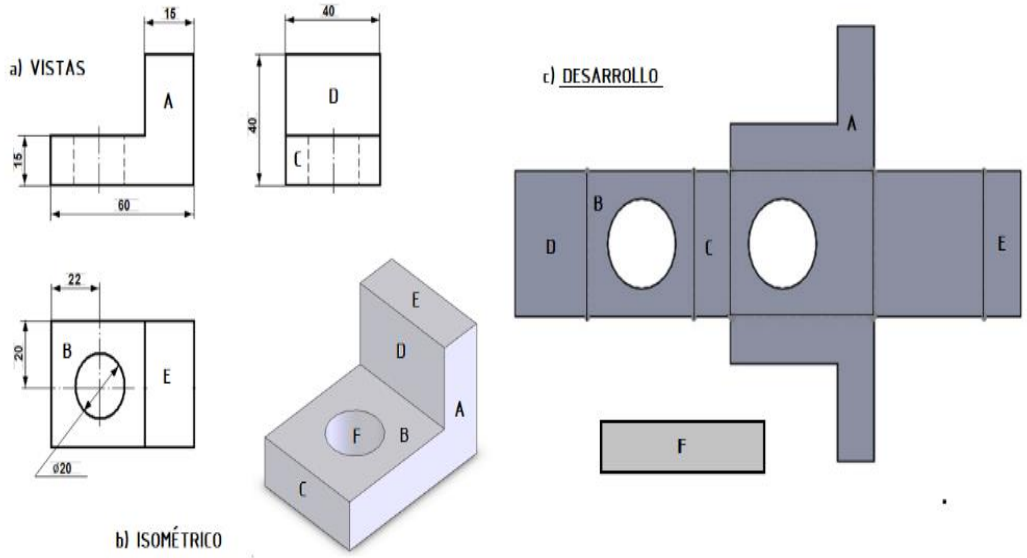


Fuente: Elaboración propia.

Los métodos de desarrollo que se emplean por excelencia dependen de la configuración de la pieza y su relación con alguno de los sólidos geométricos elementales (cono, pirámide, cilindro y prisma). El método de sección normal es preferencial para prismas y cilindros, mientras que el método de triangulación es propicio para conos y pirámides. La figura 1 b) muestra el método de sección normal para la superficie lateral del prisma recto triangular, mientras que para la base ABC y para la sección 123 generada por el plano P, el método más adecuado es el de triangulación.

Por su parte, en Dibujo Básico, se estudia el desarrollo de la superficie de modelos geométricos, sobre la base de la teoría estudiada en Geometría Descriptiva. En la figura 2 se presenta un ejemplo con un modelo simple para el cual se recomienda el método de sección normal asumiendo las caras iguales y paralelas en forma de L (cara A) como las bases de un prisma, así como identificar cada cara o superficie literalmente (A, B, C), tanto en las vistas a), el isométrico b), y el desarrollo. c). En el caso presentado, la superficie F corresponde a la de un cilindro recto, por lo que al desarrollo corresponde un rectángulo de altura 15 mm, según vista frontal, y su longitud se determina mediante la multiplicación de la constante π por el diámetro del orificio, 20mm.

Figura 2. Desarrollo de modelo geométrico simple.



Fuente: Elaboración propia.

En el Dibujo Aplicado, los elementos teóricos vistos en las anteriores asignaturas son trabajados con artículos de uso real en la maquinaria. Cubiertas, carrocerías, protectores de sistemas de transmisiones, conductos, soportes de dispositivos, entre otras piezas componentes de diversas partes de la maquinaria, muchas elaboradas a partir de las chapas metálicas.

Si se está en el caso de un doblado sin radio de curvatura (Figura 3), la determinación de las magnitudes verdaderas no ofrece mayores dificultades:

$$L = L_1 + L_2 (1)$$

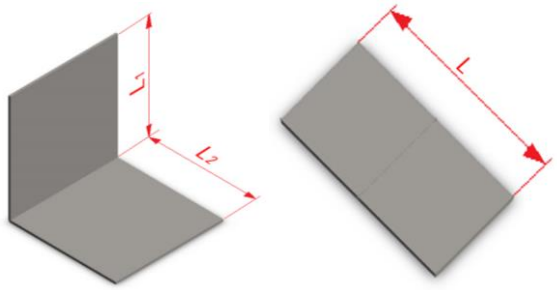
Donde L_1= Longitud de la plancha 1,

L_2 = Longitud de la plancha 2, y

L = Longitud total desarrollada.

Un elemento del desarrollo de las piezas no abordado por los textos es el referido a los doblados que incluyen, por ejemplo, cierto radio de curvatura, que implica el enlace de una superficie plana con otra cilíndrica, lo cual presupone el uso de ecuaciones indispensables para el éxito en la elaboración precisa de la pieza. Los autores presentan una solución que se establece a partir del siguiente ejemplo (Figura 4): en el caso del desarrollo de un doblado a 90º, debe determinarse la longitud de la superficie cilíndrica por la ecuación $Lc = \frac{\pi Rm}{2}$, donde Lc es la longitud de la superficie cilíndrica, Rm es el radio medio correspondiente al arco de circunferencia de dicha superficie, y π es la constante 3,1416.

Figura 3. Doblado sin radio de curvatura en el enlace



Fuente: Elaboración propia.

En estos casos deberán tenerse presentes los siguientes elementos (Figura 5):

S = Espesor de la chapa metálica.

C = Longitud de la plancha vertical,

E = Longitud de la plancha horizontal,

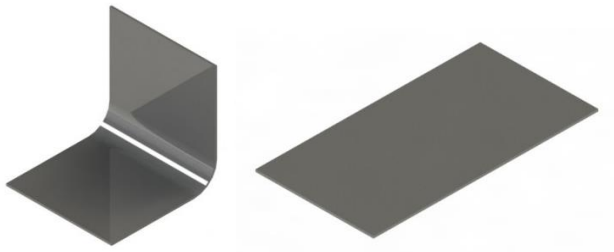
Lc = Longitud desarrollada de la superficie cilíndrica,

Ri = Radio interior de la superficie cilíndrica,

Re = Radio exterior de la superficie cilíndrica, y

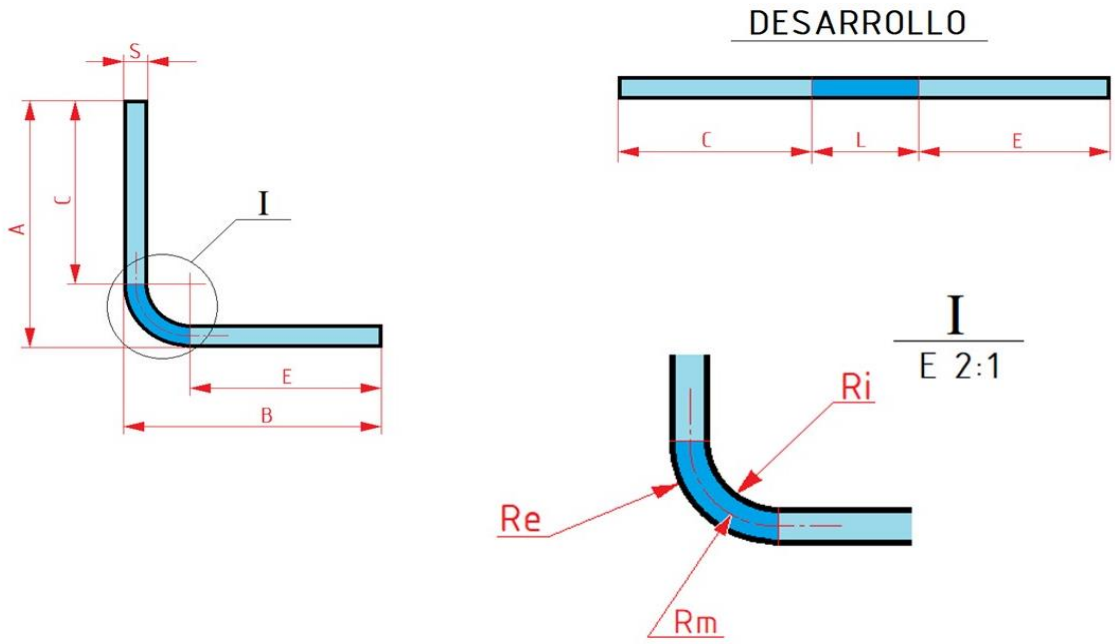
Rm = Radio medio de la superficie cilíndrica.

Figura 4. Presencia de un cuarto de superficie cilíndrica si el doblado es de 90º



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Elementos de un cuarto de superficie cilíndrica, si el doblado es de 90º



Fuente: Elaboración propia.

- La longitud total (L_T) desarrollada será determinada sumando C + L + E:

$$L_T = C + L + E \qquad (2)$$

- Sin embargo, Longitud desarrollada de la superficie cilíndrica (L) se determina por la siguiente ecuación:

$$L = \frac{\pi Rm}{2} \quad (3)$$

Donde: Rm = Radio medio de la superficie cilíndrica,

- El radio medio (Rm) se determina por la ecuación:

$$Rm = \frac{S}{2} + Ri \quad (4)$$

Donde: S = Espesor de la chapa metálica,

Ri = Radio interior de la superficie cilíndrica.

Para la selección del conjunto de ejercicios se estudiaron diferentes maquinarias de frecuente empleo y estudio en la ingeniería, que didácticamente aportaron los detalles necesarios para la elaboración más completa de los planos de piezas, ajustándose a las características que estos en particular deben reunir.

Esencialmente estos planos deben incluir las representaciones de:

1. las vistas principales necesarias acotadas,
2. el desarrollo de su superficie, también con la indicación del dimensionado.

La segunda representación (desarrollo) aportará la información inicial necesaria al operario que elaborará la pieza, pues de ella tomará las dimensiones y conformación del trazado sobre la chapa metálica antes de pasar al corte pertinente. Por su parte, la primera representación (vistas acotadas) ofrecerá la configuración que deberá aplicársele a la pieza para lograr definitivamente su forma espacial. Es importante señalar que estos planos incluyen, además, toda la información referida a diversos requisitos técnicos tales como la rugosidad superficial, el acabado superficial, la aplicación de tratamientos térmicos o químicos y recubrimientos.

Una tercera representación en estos planos pudiera incluirse, aunque es opcional. Se trata de la proyección axonométrica del artículo que aportaría una información visual que facilita al operario definir la configuración volumétrica de la pieza finalizada. Es un dibujo laborioso si se trabaja instrumentalmente, por lo que solo se añadiría en caso de que las representaciones 1 y 2 no den toda la información necesaria o haya lugar a ambigüedades, que podrían dar al traste con la funcionalidad de la pieza.

Se seleccionaron 10 piezas que dan la suficiente variabilidad para garantizar el trabajo individual de los estudiantes, asegurando, de esta forma, la ejecución de su trabajo con mínimas posibilidades de reproducción. No obstante, se presentan 20 ejercicios adicionales que aplicarían, a voluntad del profesor, las variantes necesarias para cada estudiante de un grupo de 30 estudiantes.

Figura 6. Propuesta de ejercicio V1 para plano de pieza de chapa metálica

Fuente: Elaboración propia.

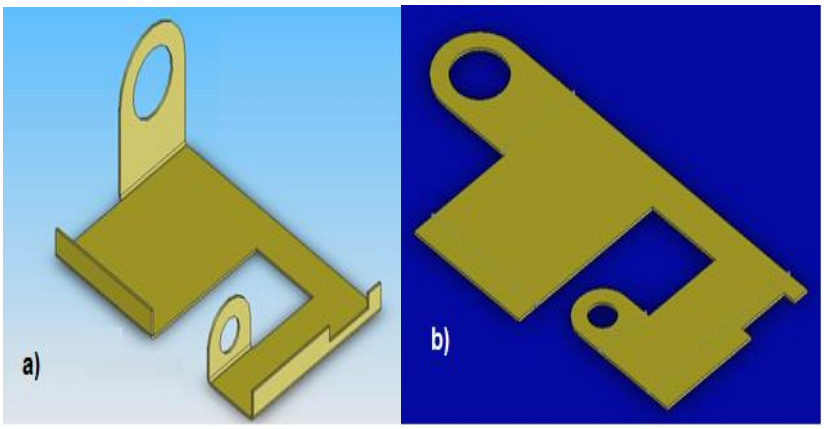
Las propuestas se presentan en forma visual, añadiendo las máximas dimensiones de estas. El resto de las dimensiones serán asumidas por el estudiante proporcionalmente a las máximas. También se ofrecen algunos requisitos técnicos como tolerancias dimensionales, de posición y de forma, material y masa. La figura 6 muestra la forma de presentación de los ejercicios propuestos, a partir de lo cual deberá elaborar instrumentalmente el plano de pieza del artículo. Por su parte, la figura 7 presenta los ejercicios restantes (del dos al 10).

Figura 7. Propuesta de ejercicios para planos de pieza de chapa metálica.

Fuente: Elaboración propia.

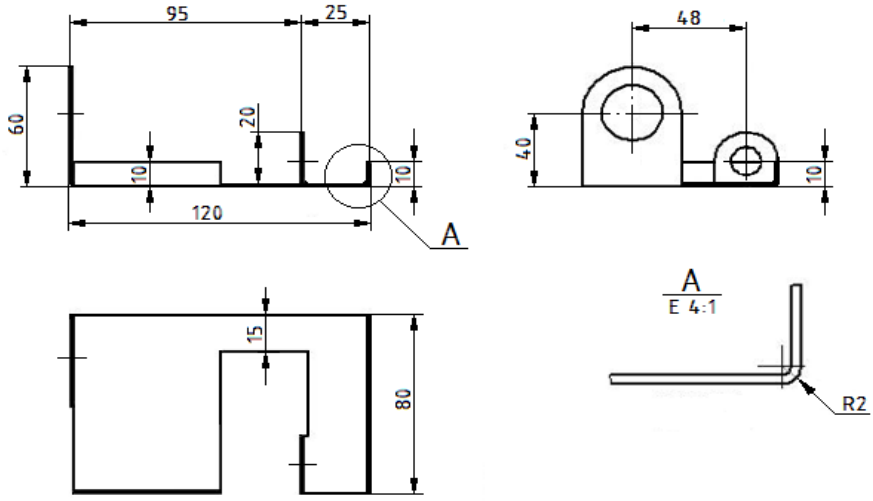
Los ejercicios son antecedidos por una guía con un ejemplo resuelto, el cual permite una adecuada orientación al estudiante sobre los pasos a seguir para resolver su problema. La figura 8 a) muestra visualmente un ejemplo de pieza elaborada por doblado de chapa metálica una vez conformada, mientras que la 8 b) presenta la misma pieza desarrollada. El plano de esta pieza debe incluir las vistas ortogonales (figura 9) con las dimensiones finales del artículo que sirven para conformar la pieza una vez logrado el trazado de su desarrollo sobre la chapa y su corte pertinente. Tal representación desarrollada (figura 10) se incluye en el plano con todas las dimensiones necesarias para el trazado y corte de la chapa.

Figura 8. Imagen visual de pieza elaborada por doblado de chapa metálica. a) Pieza conformada. b) Pieza desarrollada



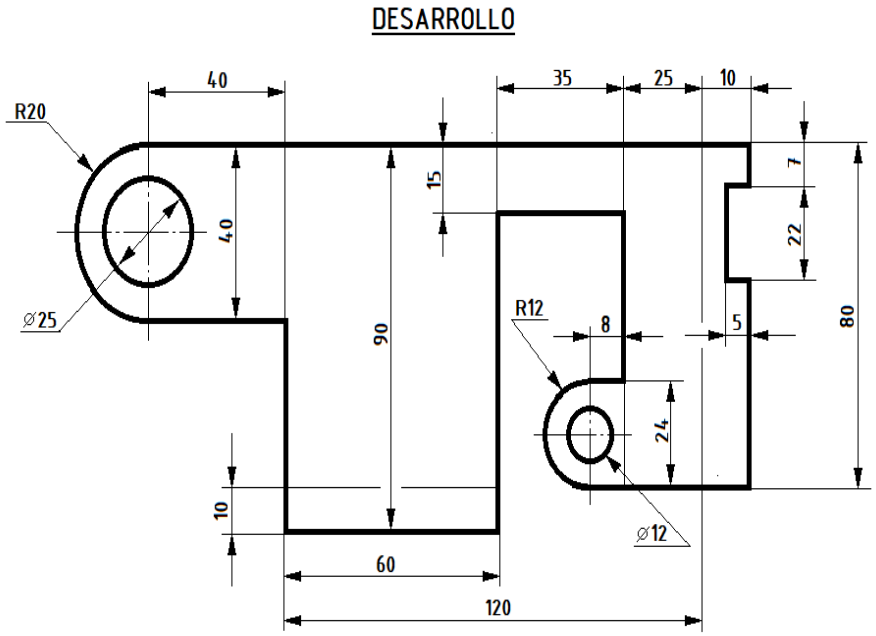
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Vistas ortogonales acotadas para el plano de pieza del artículo



Fuente: Elaboración propia.

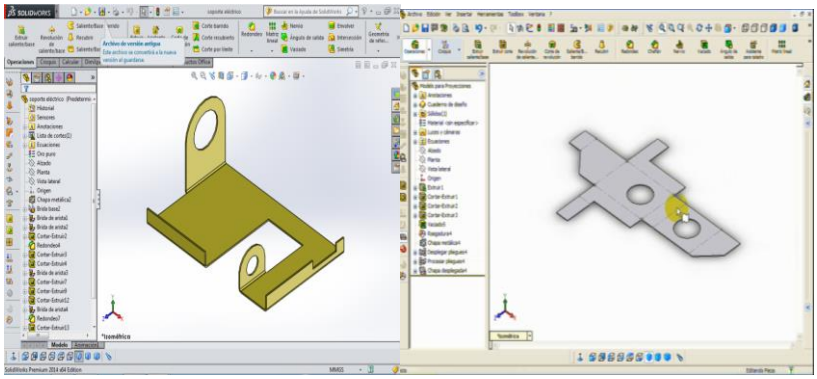
Figura 10. Representación del desarrollo acotado para el plano de pieza del artículo.

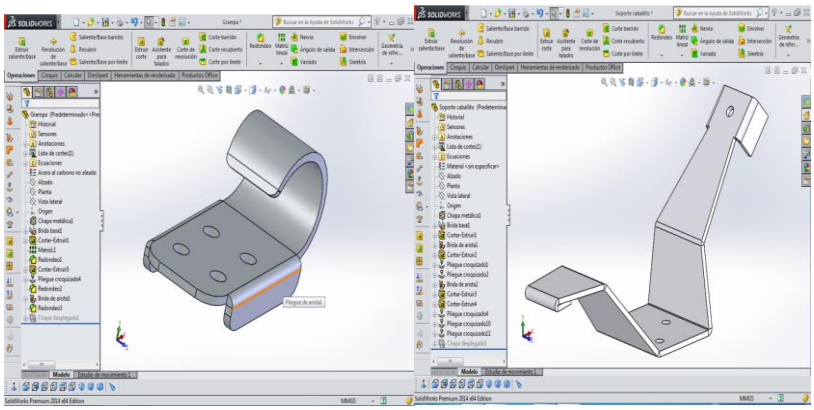


Fuente: Elaboración propia.

El conjunto de ejercicios está acompañado por tutoriales elaborados con el programa CAD de SolidWorks que posibilitan al estudiante el estudio de la configuración de piezas desarrollables, y visualizar cómo de la pieza se puede obtener su desarrollo. También en sentido contrario: a partir del desarrollo, obtener la pieza doblada con su configuración definitiva. Los tutoriales facilitan el algoritmo para lograr el diseño de la pieza y los pasos para su desarrollo con el sistema CAD. Estos tutoriales se encuentran ubicados al alcance de cada estudiante en la plataforma Moodle de la Universidad de Granma. La figura 11 ilustra una selección de cuatro imágenes de los videos tutoriales de piezas desarrollables elaboradas de chapa metálica.

Figura 11. Presentaciones de algunos de los videos tutoriales para chapas metálicas.





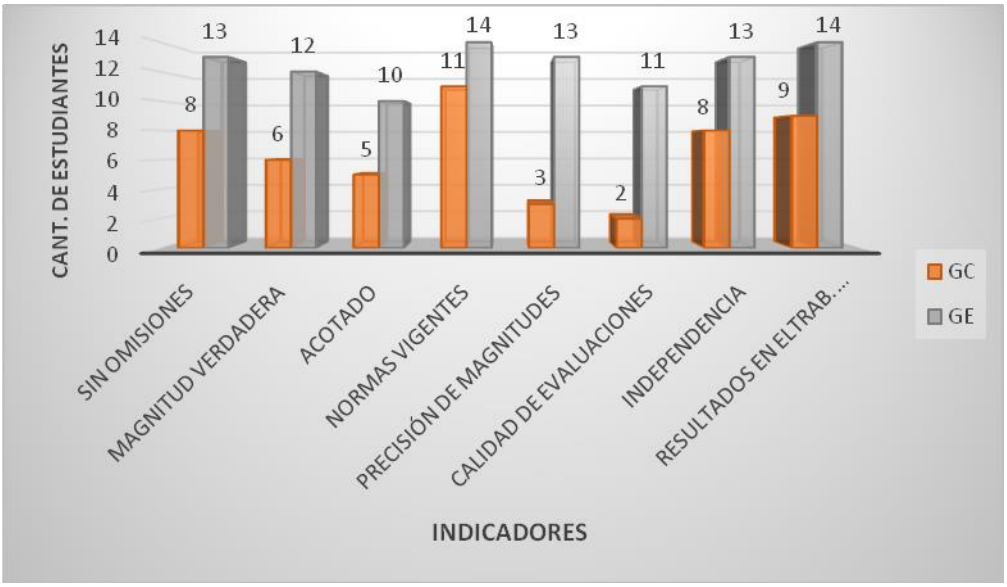
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 1 muestra los resultados en cada uno de los indicadores tenidos en cuenta. Al comparar el curso 2022 (donde se trabajó en el GC) con el curso 2023 (en el que se aplicó el conjunto de ejercicios en el GE), se pudo constatar que todos los parámetros tenidos como indicadores fueron sustancialmente superiores con la aplicación del conjunto de ejercicios propuestos en más de 5 estudiantes o más con mejores resultados, en 7 de los 8 indicadores.

El indicador de mayor diferencia a favor del GE se obtuvo en la precisión de las magnitudes, acotaciones y escalas pertinentes, dada la tendencia en el GC a tomar dimensiones no correctas de las aristas o generatrices de las superficies de las piezas representadas primero en sus vistas principales, para de aquí llevarlas al desarrollo de la pieza en cuestión.

Significativo resultó el indicador Calidad de las evaluaciones, debido al hecho de que en el GC solo dos estudiantes obtuvieron calificaciones de Bien, mientras que, en el GE, 13 de los 15 estudiantes obtuvieron calificaciones entre Bien y Excelente. Por su parte, el indicador con resultados más semejantes resultó el de la aplicación de las normas vigentes para tales representaciones, lo cual se atribuye al rigor equilibrado de tal exigencia por parte del docente.

Gráfico 1. Resultados comparativos entre los grupos de control y experimental.



Fuente: Elaboración propia.

Este trabajo aporta elementos de cálculo no presentados por la literatura disponible de gráfica de la ingeniería, para la determinación precisa de las dimensiones requeridas en el doblado de superficies planas que son enlazadas por superficies curvas y que, mediante ecuaciones, da solución a esta limitación que generaba en los estudiantes incongruencias en las magnitudes verdaderas a tomar para el desarrollo de la pieza y que, consecuentemente, propiciaban la falta de correspondencia entre las vistas ortogonales y el desarrollo pertinente, todo lo cual conlleva a que en el armado de la pieza, al doblarse, no se obtuviera el resultado deseado.

Conclusiones

El aporte práctico presentado en este trabajo permitió el desarrollo coherente de las habilidades para la elaboración de planos técnicos de piezas fabricadas de chapas metálicas, con la propuesta de un conjunto de ejercicios no presentes hasta hoy en la amplia literatura de gráfica de ingeniería disponible en el país. La incorporación de ecuaciones de cálculo de magnitudes verdaderas en superficies planas enlazadas con superficies curvas propicia la representación del desarrollo de piezas de chapas metálicas, minimizando el margen para las imprecisiones al conformar la pieza. El experimento aplicado evidencia la validez de la propuesta, permitiendo resultados superiores en la preparación del futuro ingeniero, en lo referido al diseño de piezas de posible vínculo con su labor profesional.

Referencias bibliográficas

Bogolyubov, S. (1989). *Dibujo Técnico*. Mir.

Cavas, F. (2018). *Informe de la VI Reunión de la Comisión Nacional de la disciplina de Gráfica de Ingeniería*. Universidad de Cienfuegos.

Domenech, J. (1986). *Dibujo Básico*. Pueblo y Educación.

Ortega-Menzala, E. (2021). Estrategias de enseñanza para el aprendizaje del dibujo técnico en estudiantes de ingeniería. *Polo del Conocimiento*, 6(8), 577-593. https://doi.org/10.23857/pc.v6i8.2957

Rodríguez, O. (1986). *Dibujo Aplicado para Ingenieros* (T. 1 y 2). Pueblo y Educación.

Suárez, G. (2020). El Dibujo técnico manual y su vigencia en el actual contexto tecnológico. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 7(13), 67–72. https://doi.org/10.21017/rimci.2020.v7.n13.a76

Velázquez, J. (2007). *Diseño del programa de la disciplina Dibujo Técnico, sobre la base de competencias profesionales, para la carrera Licenciatura en Construcción de Maquinaria* [Tesis de Maestría, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Blas Roca Calderío"]. Repositorio Institucional.

Velázquez, J. F., Quesada, R. L., & Piñeiro, J. L. (2020). Propuesta metodológica para el diseño y representación instrumental de planos de discos agrícolas. *ROCA, Revista científico-Educacional De La Provincia Granma*, *16*(1), 1166-1178. https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/1900

Vishnepolski, I. (1987). *Dibujo Técnico*. Editorial MIR.