
ORIGINAL**Propuesta metodológica para el diseño y representación instrumental de planos de discos agrícolas.**

MSc. Jesús F. Velázquez Pérez, Prof. Auxiliar. [jvelazquezp@udg.co.cu]
Universidad de Granma. Cuba.

MS. Romilio Lorenzo Quesada Matos, Prof. Auxiliar. [rquesadam@udg.co.cu]
Universidad de Granma. Cuba.

MSc. Jorge Luis Piñeiro Núñez, Prof. Auxiliar. [jpineiron@udg.co.cu]
Universidad de Granma. Cuba.

Resumen

Entre los implementos recurrentes en la carrera de Ingeniería Agrícola se encuentran los discos cóncavos. Su diseño y cálculos se discuten en detalles en la asignatura Maquinarias Agrícolas II, sin embargo, su estudio se ve limitado por no haber recibido tratamiento previo en la asignatura Gráfica de Ingeniería, pues la literatura de esta última es básicamente orientada hacia la mecánica, la eléctrica y la construcción; se une a lo anterior la complejidad de su representación instrumental en los planos. Sobre la base de la interdisciplinariedad y del dibujo tradicional, un equipo de profesores de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Granma se propuso la elaboración de una guía metodológica que permite al estudiante la ejecución de planos de piezas de discos agrícolas mediante el dibujo instrumental, que ha logrado un vínculo acertado entre estas materias, insertando en Gráfica de Ingeniería el estudio de la representación del plano del disco, así como de sus elementos componentes. Durante los últimos cuatro cursos se ha implementado esta integración en la que los profesores implicados trabajan con un vínculo docente constante, ya sea en la preparación de la docencia, la metodología para su estudio, así como en la revisión de planos técnicos y tribunales para la defensa de los trabajos extraclases. Los resultados son positivos a juzgar por la opinión de los expertos y por los diagnósticos aplicados, en la que los estudiantes han demostrado el desarrollo de habilidades de representación, interpretación y diseño de estos artículos.

Palabras claves: discos; agrícolas; planos; maquinaria.

Recibido: 12/09/2019 | **Aceptado:** 23/03/2020

Methodological proposal for the design and instrumental representation of agricultural disc plans.

Abstract

Concave discs are among the most recurrent implements studied in the major of Agricultural Engineering. Their design and calculations are discussed in details in the subject Agricultural Machinery II, however, its study is limited by not having received previous treatment in the subject Graphic of Engineering, since its literature is basically oriented towards other areas such as mechanics, electricity, construction; united to the above-mentioned the complexity of their instrumental representation in the plans. On the basis of the interdisciplinary teaching and the traditional drawing, a team of professors from the Faculty of Technical Sciences of the University of Granma proposed the elaboration of a methodological guide that allows the student to execute plans of pieces of agricultural discs by means of the instrumental drawing, achieving a successful link between these subjects, inserting the study of the representation of the disc plan, as well as its component elements, in the subject Graphic Engineering. This integration has been implemented during the last four courses, in which the professors involved work with a constant educational bond, either in the preparation for teaching, the methodology, or in the review of technical plans and in committees for the defense of extra class works. The results are positive according to experts' opinions and the diagnoses applied, in which students have proven the development of skills in the representation, interpretation and design of these items.

Keywords: discs; agricultural; plans; machinery.

Introducción

Los discos agrícolas son de los implementos recurrentes estudiados en la carrera de Ingeniería Agrícola, utilizados ampliamente en la agricultura, ya sea para la preparación del terreno o durante la atención sistemática al cultivo. De este artículo se aborda detalladamente su diseño y cálculos en la asignatura Maquinarias Agrícolas II, del tercer año académico, sin embargo, su estudio se ha visto limitado por no haber recibido tratamiento previo en la asignatura Gráfica de Ingeniería del primer año.

Al hacer un estudio de la situación del proceso de enseñanza-aprendizaje para este elemento agrícola se pudo comprobar que existen algunas insuficiencias, como la carencia en la asignatura Gráfica de Ingeniería de una literatura que aborde y presente ejercicios para planos de piezas de discos agrícolas, de manera que facilite el estudio posterior de su diseño en la asignatura Maquinaria Agrícola II, toda vez que la bibliografía es básicamente orientada hacia otras áreas como la mecánica, la eléctrica, la construcción. Autores cubanos tradicionales de la

bibliografía básica para el estudio de la Gráfica de Ingeniería en los CES del país, tales como Rodríguez, O. (1986); Ruiz, E. (2009); Ortega, J. (2015); Domenech, J. (1986); Fernández, G. (2011); López, E. (2014); así como otros extranjeros recurrentes en el estudio del dibujo de ingeniería en Cuba, como Bogolyubov, S. (1989); Vishnepolski, I. (1987); entre otros, presentan una exquisita literatura, amplia en las diversas áreas de las ciencias técnicas ingenieriles, de notable vigencia a pesar del tiempo transcurrido –incluso en aquellos libros de décadas pasadas-, con excelente metodología en sus explicaciones y propuesta de ejercicios, pero todos con una importante carencia: no refieren estudios de representación de artículos representativos de la ingeniería agrícola tales como, por ejemplo, cuchillas de cosechadoras, dedos de corte, gradas, arados, discos agrícolas, etc. Estos, en cuestión, se centran en áreas ajenas a la ingeniería agrícola.

También se carece de una metodología que proporcione una guía al estudiante con los pasos a seguir para la representación instrumental de estos elementos, ajustándose a las normas cubanas vigentes.

Por otra parte, existe una tendencia a la solución única del problema mediante sistemas de diseño asistido por computadora (CAD), lo cual se considera insuficiente, pues se precisa del conocimiento tradicional del trazado del dibujo. Los autores comparten el criterio presentado por Cavas, F. (citado por informe de reunión nacional de gráfica, 2018, p.8),

La enseñanza del dibujo, en todas las ingenierías, 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. Tal vez para entonces, la enseñanza de la aritmética escolar esté sustentada exclusivamente en las reglas de la Aritmética binaria.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se consideró como problema científico las insuficiencias en el vínculo interdisciplinario entre Gráfica de Ingeniería y Maquinaria Agrícola III, en el tema referido a discos agrícolas; y como objeto de investigación: el proceso de enseñanza-aprendizaje para la representación, interpretación y diseño de los discos agrícolas. El objetivo del trabajo es la elaboración de una guía metodológica que permita al estudiante la ejecución de planos de piezas de discos agrícolas –mediante el dibujo instrumental-, sentando las bases para el posterior diseño de los mismos en el III año de la carrera.

Población y muestra

Se trabajó con una población de los estudiantes de las carreras Ingeniería Agrícola de la Universidad de Granma desde el curso 2015-2016 al curso 2018-2019. La muestra fue de todos los estudiantes del I y III años de la carrera Ingeniería Agrícola.

Entre los métodos de investigación científica se aplicaron el de 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; el de inducción-deducción, para establecer la situación real del problema mediante la aplicación de instrumentos que permiten generalizar partiendo de particularidades específicas; el sistémico estructural funcional, para proporcionar una orientación general de cada uno de los elementos componentes de los discos agrícolas y sus tipos, así como las cualidades e interrelaciones entre los mismos. También como métodos empíricos se empleó la encuesta, técnica utilizada para obtener información acerca de la esencia y actualidad del problema científico de la investigación y valorar por criterio de expertos la posible efectividad del sistema de ejercicios elaborado. El método estadístico, se asume como procedimiento el cálculo porcentual para contabilizar, tabular e interpretar matemáticamente los resultados.

El aporte práctico fue la elaboración por primera vez, de una guía metodológica que permite al estudiante la ejecución de planos de piezas de diferentes tipos de discos agrícolas -por el método instrumental-, sentando las bases para el posterior diseño de los mismos en el III año de la carrera, que además de facilitar el desarrollo de las clases, también elimine todo vestigio de posible reproducción de los dibujos, garantizando una participación más activa en la adquisición de los conocimientos por los propios estudiantes.

Análisis de los resultados

Para la elaboración de la guía metodológica se estudiaron detenidamente el sistema de conocimientos de la disciplina Maquinarias Agrícolas II, Quesada, R. (2019), en lo referido a Discos Agrícolas, y su posible introducción en la disciplina de Gráfica de Ingeniería; los programas analíticos de las mismas, así como los documentos afines a ellas, que incluye Velázquez, J. (2007), Diseño del programa de la disciplina Dibujo Técnico, sobre la base de competencias profesionales, para la carrera Licenciatura en Construcción de Maquinarias. La propuesta está sustentada en la norma cubana NC 772: 2010 - Discos agrícolas.

Apoyados en los sistemas disponibles de diseño asistido por computadora (CAD), tales como el SolidWorks 2015 y el Autodesk Inventor 2016, asumidos para la docencia en las carreras de

ingeniería, en la UDG, se procedió a la elaboración de las imágenes digitalizadas y a la conformación de la propuesta de ejercicios que cumplieran con los requerimientos necesarios. La modelación del disco cóncavo dentado se muestra en la figura 1.

Se establece como condición la lectura de su designación según la norma. En el caso del disco agrícola cóncavo dentado CD.26 C-52 debe conocerse que:

- CD 26: Significa cóncavo dentado, de diámetro exterior de 26 pulgadas,
- C-52: Simboliza el agujero de centro cuadrado de diámetro interior de 52 mm,

Todas las dimensiones se establecerán en mm, excepto el diámetro exterior del disco en su designación. Se partirá de los datos iniciales de cada disco. En la figura 1 se presenta un ejemplo:

- Nombre del artículo (Título): Disco Cóncavo Dentado CD.26 C-52
- Diámetro exterior (D)
- Cantidad de muescas (n)
- Anchura de las muescas (A)
- Diámetro interior del agujero de centro (d1)
- Radio de concavidad (C)
- Altura de concavidad (t)
- Espesor del disco (s)



Figura 1: Representación de disco cóncavo dentado, mediante sistema CAD SolidWorks.

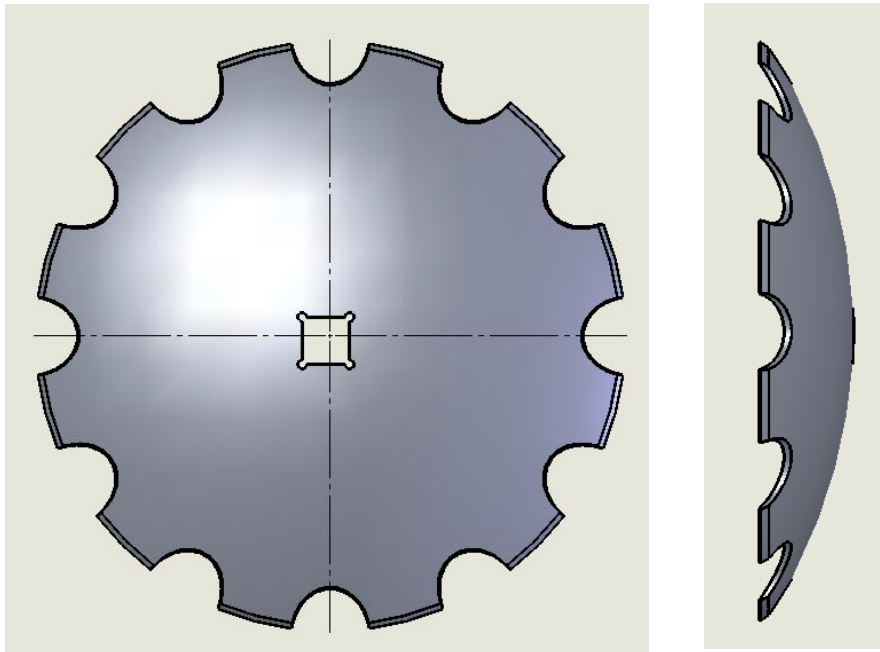


Figura 2: Representación de vistas principales de disco cóncavo dentado obtenidas mediante sistema CAD.

En la representación real o asistida por computadora (CAD), el diseño del disco se facilita por la previa elaboración de la pieza en 3D para luego obtener su Dibujo o plano técnico directamente. Por esta razón, las diversas complejidades de configuración volumétrica del disco aparecerán en el plano digital tal y como es, sin convencionalismos que faciliten su representación. Ver figuras 2 y 3.

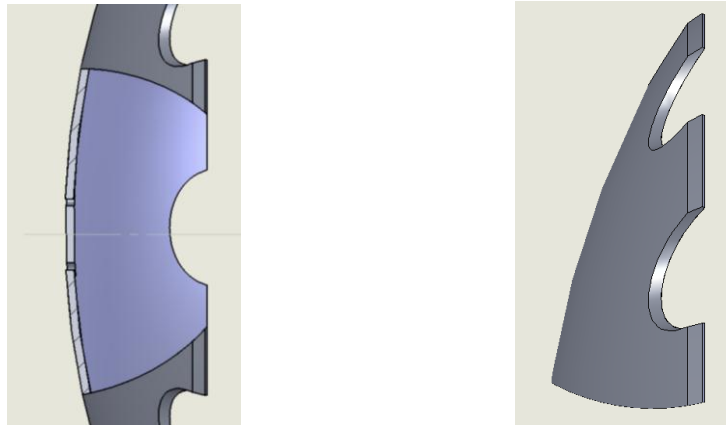


Figura 3: Representación de detalles de disco cóncavo dentado obtenidas mediante sistema CAD.

Al representar el disco con la técnica instrumental, la configuración del mismo hace que se complejice sustancialmente, por lo que se procedió a establecer convencionalismos que se aplican en diversos elementos mecánicos de compleja geometría, siempre siguiendo las norma de dibujo vigentes. De esta manera se facilita la ejecución del dibujo y se obtiene de una manera más rápida. Se presentan algunos de estos:

Convencionalismos para la representación instrumental:

1. En la vista frontal puede solo representarse una o dos muescas indicando la cantidad total de estas, así como su ubicación de cada una. Se prefiere la escala 1:5.
2. La vista izquierda se permite presentar también simplificada, indicando en ella el acotado del radio de concavidad (C), altura de concavidad (t) y espesor del disco (s).
3. Es recomendable utilizar detalles para mejor presentación de diámetro interior de agujero central (d_1), ángulo de afilamiento, etc., utilizando la escala 1:2. Los detalles podrán mostrarse en cortes.
4. El acotado del diámetro exterior y anchura de las muescas (A) puede indicarse en la vista frontal.
5. En el detalle donde se muestran las dimensiones de la profundidad de las muescas, ángulos, filo, dimensiones del bisel, etc., debe obviarse la concavidad del disco y trabajarse con líneas rectas (tal como se presentan en los esquemas de las tablas 1 y 2), a fin de evitar interpretaciones erróneas, toda vez que estos parámetros se trabajan antes de aplicar al

disco el prensado para lograr su forma cóncava definitiva (ver detalle II del plano de pieza, y la figura 5).

Una vez establecidos los anteriores convencionalismos se procedió a elaborar una recomendación de los pasos a seguir para la representación convencional del disco agrícola cóncavo dentado:

Pasos recomendados para la representación convencional del disco agrícola cóncavo dentado:

Representar:

1. Ejes de simetrías de las vistas frontal (VF) y lateral (VL),
2. Diámetro exterior (D). Escala recomendada 1:5,
3. División de la circunferencia en la cantidad de muescas. Indicando las posiciones de estas con ejes de simetría de las muescas,
4. Una o dos muescas,
5. Agujero del centro (d_1),
6. Arco de radio de concavidad (C),
7. Línea vertical para la altura de concavidad (t),
8. Ejes de posiciones de las muescas en VL (convergentes con el agujero de centro),
9. Detalles necesarios: Agujero para centro y ángulo de afilamiento, etc. Escala recomendada 1:2 (solo si la vista izquierda lo precisa),
10. Acotado de: diámetro exterior (D), cantidad de muescas y sus dimensiones (A), agujero de centro (d_1), radio de concavidad (C) considerando el símbolo "S" de la superficie esférica, altura de concavidad (t), ángulo de afilamiento y espesor del disco (s).

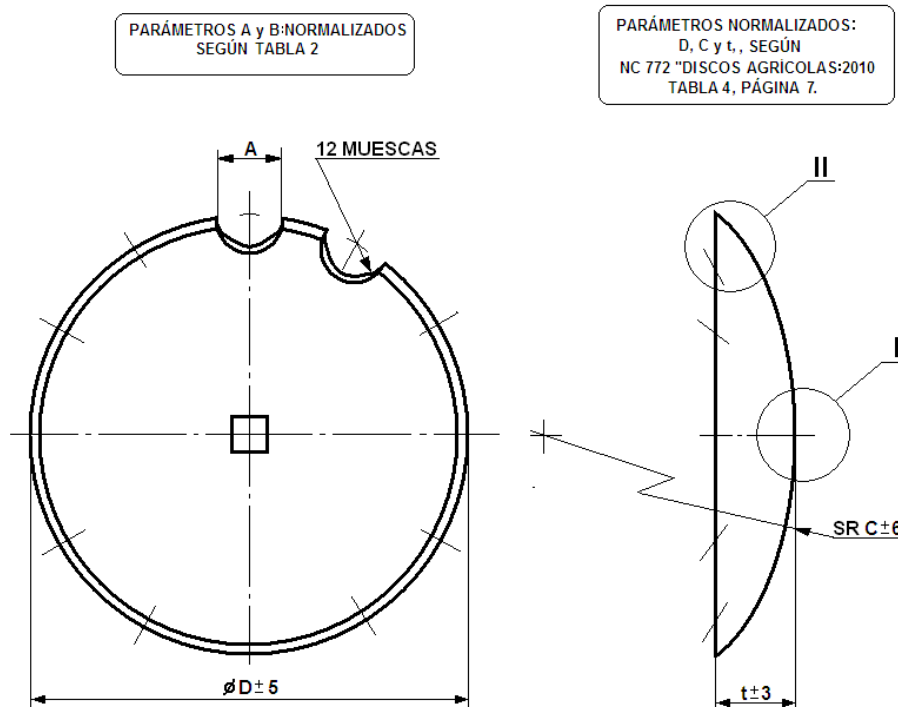


Figura 4: Vistas principales para plano de pieza de disco cóncavo dentado. Representación convencional para dibujo instrumental.

La figura 4 presenta las vistas principales para plano de pieza del disco cóncavo dentado en técnica convencional para dibujo instrumental. Por su parte, en las figuras de la 5 a la 9 se establecieron detalles que varían según las características del disco, entre las que se encuentran: Detalle de bisel simple y de muesca estándar, en la que se representan los contornos con líneas rectas); detalle para agujero de centro tipo C, de disco cóncavo para gradas; detalle para agujero de centro tipo R, de disco cóncavo para arados, en su variante 1; detalle para agujero de centro tipo R, de disco cóncavo para arados en variante 2.1; y detalle para agujeros radiales sin agujero central, de disco cóncavo para arados en variante 2.2. Estas representaciones sirven de referencia para la elaboración del plano de pieza de cualquier tipo de disco agrícola y están rigurosamente respaldados por la norma NC 772: 2010.- Discos agrícolas.

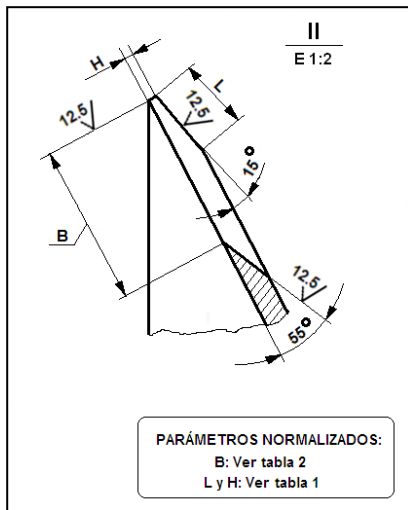


Figura 5: Detalle de bisel simple y de muesca estándar. (Representar contornos con líneas rectas).

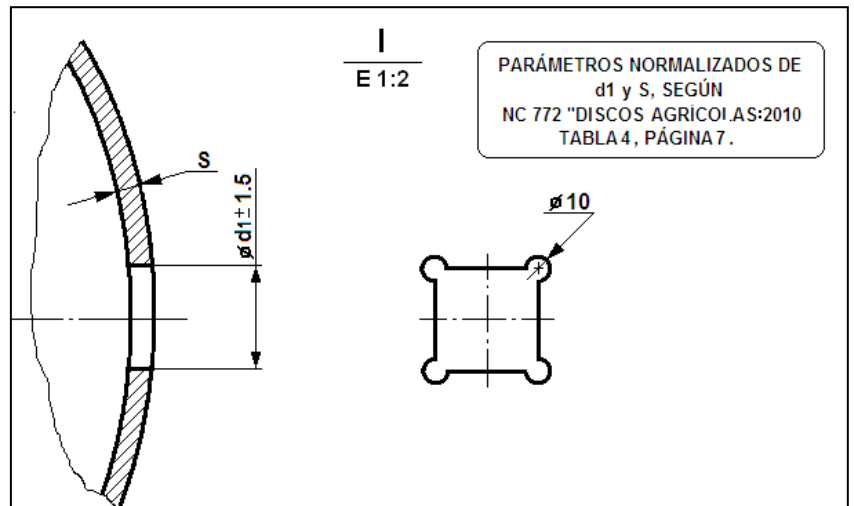


Figura 6: Representación de detalle para agujero de centro tipo C, de disco cóncavo para gradas.

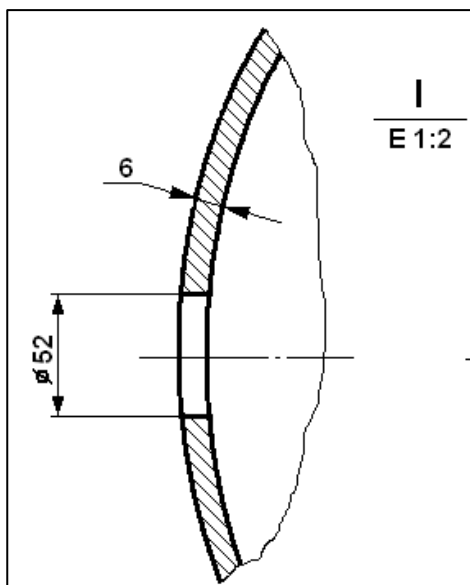


Figura 7: Representación de detalle para agujero de centro tipo R, de disco cóncavo para arados (Variante 1).

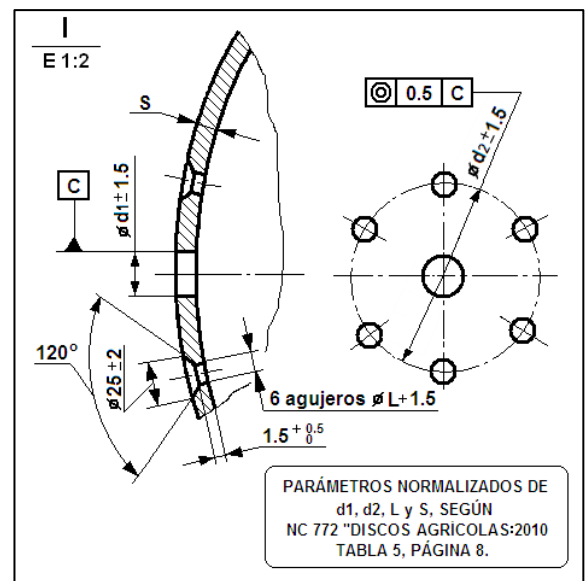


Figura 8: Representación de detalle para agujero de centro tipo R, de disco cóncavo para arados (Variante 2.1).

Las tablas 1 y 2 establecen los parámetros del bisel simple y de la muesca estándar, respectivamente. En el segundo caso los valores de los parámetros varían en dependencia del diámetro exterior del disco.

Bisel exterior-interior		
→ S ← mm	L mm	H mm
2	5	0,7
2,5	6	0,8
3	6,5	1,1
3,5	8	1,2
4	9	1,4
4,5	10,5	1,5
5	11	1,8

Tabla 1: Parámetros de bisel simple.

Estándar / Estándar			
Ø "	N.º muescas N.º encaixes	A mm Valores medios Medias	B mm
16	8	88	35
18	9	88	35
20	10	88	35
22	11	86	35
24	12	86	35
26	13	90	40
28	14	90	40
30	14	89	40
32	15	88	40
36	16	87	40

Tabla 2: Parámetros de muesca estándar.

La presentación en la guía elaborada, de un plano de pieza del disco agrícola a manera de ejemplo, se hace con el objetivo de que el estudiante tenga una idea generalizadora de las características de este documento, aplicables a cualquier tipo de disco. Ver figura 10.

Se añade a esta guía la presentación del artículo en la aplicación del SolidWorks denominada e-Drawings. Esta herramienta permite la observación minuciosa del disco mediante giros y posicionamientos desde siete puntos de vista: isométrica, frontal, izquierda, derecha, posterior, inferior y superior. Los giros y pausas breves se realizan de manera suave con la opción de detenerse en la visualización de cada detalle. La obtención directa de las diferentes vistas para un plano técnico del elemento diseñado es, entre otras aplicaciones, la atracción más motivacional para los estudiantes.

Valoración y aporte social:

Esta guía es aplicada en la carrera de Ingeniería Agrícola en la UDG mostrándose hasta el momento actual un significativo grado de satisfacción entre los expertos en la materia que trabajan con las disciplinas, y evidenciándose resultados positivos en el desarrollo de las habilidades de representación e interpretación en los estudiantes.

Con el propósito de valorar la posible efectividad de la guía, se seleccionó un grupo de expertos sobre la base de la labor profesional desarrollada por estos. Se utilizó la metodología de preferencia debido a la imposibilidad de réplica.

El método de criterio de experto se aplicó a los 6 profesores previamente seleccionados. A estos se les ofreció la propuesta, anexada a una guía de encuesta que incluye todos los indicadores pertinentes para realizar una valoración de la posible efectividad. El experto debió otorgarle a cada aspecto una categoría según su punto de vista, cuya escala es: 5 (Excelente), 4 (Bien), 3 (Regular), 2 (Deficiente), 1 (Mal) y 0 (Descartado).

Las sugerencias y señalamientos realizados, así como los criterios emitidos por los expertos en intercambios personales establecidos con el investigador, permitieron realizar cambios, modificaciones, inclusiones y exclusiones de algunos aspectos relacionados con el sistema de ejercicios propuestos. Se utilizó la media como medida de tendencia central. La media general fue de 4,29, la cual se considera muy positiva. Los indicadores tenidos en cuenta se relacionan a continuación:

- Aceptación de los estudiantes.
- Nivel de desarrollo de las habilidades respecto a los cursos anteriores.
- Nivel de actualización de la propuesta.
- Estructura de la guía.
- Capacidad de motivación al estudiante.

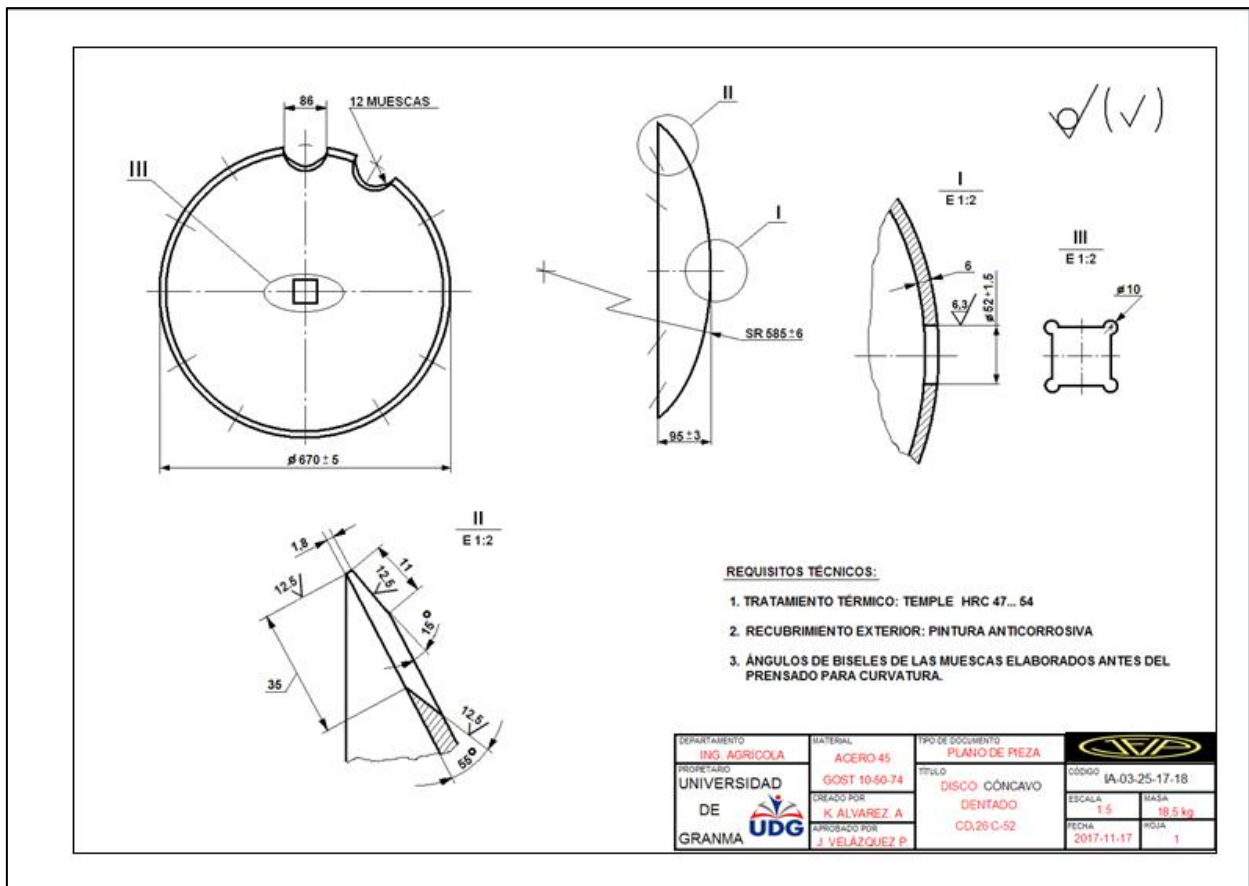


Figura 10: Plano de pieza del disco agrícola.

- Adecuación a los destinatarios.
- Fomento del autoaprendizaje.
- Estímulo a la creatividad del estudiante.
- Operatividad de la guía y vínculo con la tecnología.

Algunos de los resultados de las estadísticas presentadas se muestran en el gráfico 1.



Gráfico 1: Media por indicador.

Conclusiones

1. Durante los últimos cuatro cursos se ha implementado esta propuesta metodológica que vincula a las asignaturas de Gráfica de Ingeniería y Maquinarias Agrícolas II, en la que los profesores trabajan con un vínculo docente constante desde el primero hasta el tercer años, ya sea en la preparación de la docencia, la metodología para su docencia, así como en la revisión de planos técnicos y tribunales para la defensa de los trabajos extraclases.
2. La guía elaborada para la representación de planos técnicos de discos agrícolas en las asignaturas de Gráfica de Ingeniería y Maquinarias Agrícolas II, facilita el desarrollo de las clases y el estudio independiente de los estudiantes, permite la aplicación efectiva de la interdisciplinariedad, y elimina todo vestigio de posible reproducción de los dibujos, lo cual garantiza una participación más activa en la adquisición de los conocimientos por los propios estudiantes.
3. Los resultados de la aplicación de esta propuesta son claramente positivos a juzgar por la opinión de los expertos y por los diagnósticos aplicados en la que los estudiantes evidenciaron un mayor desarrollo de habilidades de representación, interpretación y diseño de estos artículos.

Referencias bibliográficas

Almaraz, Á, (2014). *Discos para Gradadas Agrícolas: Tipos y características. Aperos Agrícolas*. Recuperado de <https://www.repatucultivador.com>.

Bogolyubov, S. (1989). *Tareas para el Curso de Dibujo Técnico*. Moscú. Mir.

- Catálogo de discos cóncavos para gradas de discos agrícolas. (2019). Recuperado de <https://www.milanuncios.com>.
- Cavas, F. (2018). *Informe de la VI Reunión Nacional de la Comisión Nacional de la disciplina Gráfica de Ingeniería*. Universidad de Cienfuegos.
- Discos Agrícolas. Maquinaria Agrícola. (2017) Recuperado de <https://www.bellotaagrisolutions.com>.
- Domenech, J. (1986). *Manual de trabajos Prácticos de Dibujo Mecánico*. La Habana. Pueblo y Educación.
- Fernández, G. (2011). *Dibujo Aplicado para Carreras de Ingeniería. Manual de Prácticas* La Habana. Félix Varela.
- López, E. (2014). *La Expresión Gráfica para Ingenieros Eléctricos*. La Habana. Félix Varela.
- Oficina Nacional de Normalización (2010). Norma cubana NC 772: *Discos agrícolas*.
- Ortega, J. (2015). *Dibujo Químico. Manual de Prácticas*. La Habana. Cujae.
- Quesada, R. (2019) *Preparación de la asignatura Maquinarias Agrícolas II*. Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Granma. Bayamo.
- Rodríguez, O. (1986). *Dibujo Aplicado para Ingenieros*. Tomos 1 y 2. La Habana. Pueblo y Educación.
- Ruiz, E. (2009). *Dibujo Técnico para Carreras de Ingeniería*. La Habana. Félix Varela.
- 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”. Manzanillo, Cuba.
- Vishnepolski, I. (1987). *Dibujo Técnico*. Moscú. Mir.