

Regularidades en la construcción automatizada de gráficos estadísticos por estudiantes de ingeniería



Regularities in the automated construction of statistical graphs by engineering students

Yusimí Guerra Véliz, yusimig@uclv.cu

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas; Santa Clara, Villa Clara, Cuba

<https://orcid.org/0000-0002-1711-5686>

Julio Leyva Haza, haza@uclv.cu

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas; Santa Clara, Villa Clara, Cuba

<https://orcid.org/0000-0002-6616-7095>

Noelvys Marín Mora, nmarin@uclv.cu

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas; Santa Clara, Villa Clara, Cuba

<https://orcid.org/0000-0003-3237-486X>

Palabras clave

Gráficos estadísticos
Errores de construcción
Representación de datos
Didáctica de la estadística
Ingeniería
Gráficos por ordenador

Resumen: Cómo lograr el razonamiento visual es un problema en la enseñanza de la estadística, que se centra en el uso de gráficos para cuya construcción, los programas computacionales son de gran ayuda. Muchos esfuerzos se han realizado en este sentido, pero las dificultades persisten y se manifiestan de maneras muy diversas. Por tal razón, una de las tareas de la investigación en didáctica de la estadística es describir los errores y aciertos de los estudiantes en este proceso constructivo con el fin de entender y mejorar el aprendizaje. El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de un estudio realizado con estudiantes de Ingeniería en Control Automático, encaminado a encontrar regularidades en la construcción de gráficos estadísticos usando programas computacionales. La metodología se ajustó al enfoque cuantitativo y se aplicó un diseño no experimental transeccional y descriptivo con una sola medición. Como resultado se identificaron los tipos de gráficos estadísticos más usados por los estudiantes, así como los errores y los logros, se encontró similitud con los resultados alcanzados por otros investigadores en esta temática. Aunque se encontraron más dificultades que aciertos, los resultados son de gran valor, al menos porque, muestran un terreno en que enfocarse desde el punto de vista didáctico.

Keywords

Statistical graphics
Construction errors
Data representation
Didactic of statistic
Engineering
Computer graphics

Abstract: How to achieve visual reasoning is a problem in the teaching of statistics, which is centered on the use of graphs for the construction of which computer programs are of great help. Many efforts have been made in this direction, but difficulties persist and manifest themselves in many different ways. For this reason, one of the tasks of research in didactics of statistics is to describe students' errors and successes in this constructive process in order to understand and improve learning. The objective of this work is to show the results of a study carried out with students of Automatic Control Engineering, aimed at finding regularities in the construction of statistical graphs using computerized programs. The methodology was adjusted to the quantitative approach and a non-experimental transeccional and descriptive design with a single measurement was applied. As a result, the types of statistical graphs most used by students were identified, as well as the errors and achievements, and similarity was found with the results achieved by other researchers in this subject. Although more difficulties than successes were found, the results are of great value, at least because they show a field to focus on from the didactic point of view.

Cómo citar:

Guerra, Y., Leyva, J. y N. Marín. (2022). Regularidades en la construcción automatizada de gráficos estadísticos por estudiantes de ingeniería *Revista Varela*, 22(62), 101-111.

Recibido: marzo de 2022, Aceptado: abril de 2022, Publicado: 1 de mayo de 2022

INTRODUCCIÓN

“Es posible afirmar, con un alto grado de confianza, que es impensable encontrar un programa de Ingeniería donde no se incluya el estudio de muchos conceptos relacionados con la probabilidad y la estadística” ([Rocha Salamanca, 2013, p.36](#)). Ello es consecuencia del valor metodológico de la estadística para resolver problemas científicos y tecnológicos caracterizados por la incertidumbre y la variabilidad.

La enseñanza de la estadística en carreras de ingeniería, pretende que el estudiante se involucre en la resolución de un problema que requiere del análisis de datos y de esta manera, pueda darles sentido a los objetos estadísticos intervinientes en su aprendizaje. ([Figueroa y Aznar, 2020, p.25](#))

Se coincide con [Ortiz et al. \(2021\)](#) en que, en las condiciones actuales, la educación estadística del ingeniero constituye un reto para la universidad que debe centrarse en “comprender lo que ocurre en los contextos de enseñanza y aprendizaje de la estadística, e incorporar acciones que permitan lograr una estadística con significado intrínseco a la práctica profesional del estudiante” (p.307).

De acuerdo con [Guitart Coria \(2019\)](#), para lograr este propósito, “es necesario desarrollar la habilidad de acercarse a los datos de forma crítica y usar la estadística como herramienta para resolver tanto situaciones cotidianas como profesionales” (pp.4-5). Tal habilidad necesita del razonamiento que, en matemáticas, “puede ser de dos tipos: simbólico o visual” ([Casanova, 2017, p.55](#)). El estudio se enfocó en el razonamiento visual y en la didáctica de su realización mediante la construcción automatizada de gráficos.

La importancia del razonamiento visual para resolver situaciones a partir del análisis crítico de datos radica en que constituye un arma poderosa cuando se trata de descubrir regularidades que pueden pasar inadvertidas en un conjunto de datos, pero que en un gráfico pueden saltar a la vista.

El uso cada vez más frecuente de gráficos y las posibilidades de estos para explorar los datos han dado lugar a una nueva tendencia de análisis estadístico: la visualización de datos a partir de la construcción e interpretación de gráficos, que incluye “desde aquellos que son ya históricos y corrientes hasta el desarrollo de nuevos tipos ligados a los análisis más sofisticados” ([Casanova, 2017, p.55](#)). Con el impulso de la visualización de datos se impone el uso intensivo de la tecnología en la estadística. “Así, la estadística pone un pie en este mundo virtual de la mano de la tecnología de la información, teniendo el otro tradicionalmente en el mundo real con los procesos de medición” ([Casanova, 2017, p.55](#)).

En consecuencia, la visualización de datos, también, ha irrumpido en el terreno de la didáctica con el objetivo de buscar los enfoques pedagógicos más adecuados en la enseñanza, en aspectos como: utilidad, asequibilidad, creación de situaciones de aprendizaje, influencia del entorno informático, ([Batanero, 2001](#)) y sistematización de los errores más frecuentes que cometen los alumnos ([Arteaga et al., 2016](#)), entre otros.

Al referirse al uso de la tecnología en la construcción e interpretación de gráficos estadísticos, [Salcedo et al. \(2020\)](#) plantean que “la tecnología facilita la construcción de diversos tipos de gráficos, pero en ocasiones se puede usar para hacer gráficos confusos” (p.375). De aquí la necesidad de profundizar, desde el punto de vista didáctico, en las implicaciones de la construcción automatizada de gráficos y su posterior interpretación para evitar un “uso acrítico del software, cuando los estudiantes construyen gráficos rutinariamente, aceptando las opciones por defecto del software, aunque no sean adecuadas” ([Arteaga et al., 2016, p.18](#)).

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de la experiencia realizada con estudiantes de Ingeniería en Control Automático, mediante un estudio encaminado a encontrar regularidades en la construcción de gráficos estadísticos usando programas computarizados. Se clasifican los tipos de gráficos construidos por los estudiantes y se sistematizan los errores según el tipo de gráfico construido para comparar con resultados sobre construcción de gráficos publicados por otros autores.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE UN GRÁFICO ESTADÍSTICO Y SU INFLUENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

Debido a la diversidad de tipos de gráficos estadísticos existentes, sus elementos estructurales varían de unos a otros, de modo que resulta de utilidad didáctica considerar los elementos estructurales invariantes (que están presentes en cualquier gráfico) puesto que su correcta identificación y particularización para cada tipo de gráfico permite encausar en proceso de enseñanza aprendizaje encaminado a la construcción, lectura e interpretación de dicho gráfico.

Según [Friel et al. \(2001\)](#) en un gráfico estadístico se identifican tres elementos estructurales: el título y las etiquetas, el marco del gráfico y los especificadores del gráfico.

Según [Arteaga \(2009\)](#), el título y las etiquetas “indican el contenido contextual del gráfico y cuáles son las variables en él representadas” (p.22), el marco del gráfico “proporciona información sobre las unidades de medida de las magnitudes” (p.23) mientras que los especificadores se refieren a “los elementos usados para representar los datos, como los rectángulos (en el histograma) o los puntos (en el diagrama de dispersión)” (p.23).

En la construcción de gráficos estadísticos, además de considerar cada uno de sus elementos estructurales, es preciso reconocer las relaciones entre ellos. Lo que, según [Arteaga \(2009\)](#), se adquiere cuando es posible “apreciar el impacto de cada uno de estos componentes sobre la presentación de la información en un gráfico ..., traducir las relaciones reflejadas en el gráfico a los datos que se representan en el mismo y viceversa ... y saber elegir el gráfico adecuado al tipo de variable y al tipo de problema” (p.23).

En cuanto a la interpretación gráfica se coincide con [Carmona y Cruz \(2016\)](#), en que la “comprensión implica poder leer y dar sentido a las gráficas, recoger las características más relevantes, integrar sus partes y generalizar su estructura con una conjetura o hipótesis de la situación planteada” (p.27). La correcta interpretación de un gráfico, comienza entonces, desde el mismo momento de su construcción.

Los elementos estructurales del gráfico conforman una imagen que representa determinados objetos matemáticos que comportan un significado atribuido por quien construyó el gráfico y que debe ser decodificado por quien lo interpreta.

Mientras que la imagen contenida en el gráfico (significante) es la misma para todo el que lo ve, la interpretación de los objetos matemáticos que ellos representan (significados) pueden diferir de unas personas a otras. En otras palabras, en el aprendizaje de la estadística, el estudiante expresa un significado (personal, lo que él entiende) al construir un gráfico (significante) que el profesor decodifica a partir de significados de referencia (significado institucional). La falta de coincidencia entre el significado personal e institucional es lo que [Godino \(2002\)](#) llama “conflicto semiótico” (p.258). Se coincide con [Arteaga et al. \(2009\)](#) en que “los conflictos semióticos explicarían algunos errores de los estudiantes” (p.18) en la construcción de gráficos.

LA CONSTRUCCIÓN DE GRÁFICOS ESTADÍSTICOS USANDO PROGRAMAS COMPUTACIONALES

Con el desarrollo de las computadoras, las posibilidades de construcciones gráficas se han ampliado, convirtiendo en una habilidad cada vez más necesaria la construcción de gráficos estadísticos empleando el ordenador. Estas posibilidades abren oportunidades a estudiantes y profesionales al facilitar cada vez más su trabajo, al darle la oportunidad de elegir entre una gran variedad de gráficos el más apropiado para ilustrar las regularidades de los datos.

Sin embargo, la construcción no termina con la elección del tipo de gráfico, esto es solo el inicio. En el gráfico que devuelve el ordenador es necesario ajustar los elementos estructurales, primero para indicar su significación estricta en el contexto de los datos y segundo, para hacerlos lo más legibles e ilustrativos posible para comunicar dicha significación.

Hacer esto posibilita atenuar cualquier conflicto semiótico que pudiera aparecer, puesto que el gráfico, como significante, debe comportar el significado que tiene para quien lo construye, en este caso el estudiante y coincidir, además con los significados de referencia que usará quien posteriormente decodifique cualquier información contenida en él (el profesor).

“Hoy la informática y la psicología de las formas unen más lo estético y artístico a lo analítico de las formas creando la actual Visualización de Datos en una explosión de programas computacionales que no termina aún” ([Casanova, 2017, p.73](#)). Tal explosión impone nuevos retos didácticos para lograr que el estudiante transforme el gráfico que devuelve el programa, desde una posición activa y crítica.

Según alerta [Casanova \(2017\)](#), ahora refiriéndose al profesor, “los programas estadísticos y hojas de cálculo producen gráficos muy creativos para muchos usos y es necesario producir arreglos o clasificaciones que ayuden a los estudiantes y usuarios a guiarse entre ellos” (p.74).

Cuando se trabaja con un programa computacional para elaborar un gráfico estadístico, el estudiante debe analizar su correspondencia con el significado que debe llevar implícito, a fin de detectar las posibles inconsistencias en el gráfico construido, que puedan llevar a futuros conflictos semióticos a la hora de comunicar la información estadística y contextual.

[Arteaga et al. \(2009\)](#), a partir de los trabajos de Ben-Zvi y Friedlander (1997), resumen cuatro categorías a considerar cuando se trata de la construcción de gráficos a partir de un programa computacional.

Tales categorías son: uso acrítico, uso significativo de una representación, manejo significativo de representaciones múltiples y uso creativo. El uso acrítico se refiere a cuando, “los estudiantes construyen gráficos rutinariamente aceptando las opciones por defecto del software, aunque no sean adecuadas” (Arteaga et al., 2009, p.99). El uso acrítico puede llevar a errores en la construcción y aceptación de los gráficos construidos. Por tal razón, un primer aspecto a considerar al elaborar y aceptar un gráfico producido por ordenador es el sentido crítico.

El uso significativo de una representación tiene que ver con la capacidad del estudiante para usar determinado tipo de gráfico, mientras que el manejo significativo de representaciones múltiples se refiere a “seleccionar la gráfica más adecuada cuando tienen varias posibilidades” (Arteaga et al., 2009, p.99). Es decir, un estudiante puede dominar muy bien un tipo específico de gráfico, pero presentar dificultades para elegir el más adecuado entre varios tipos de gráfico de acuerdo con sus datos.

Por último, se tendrá en cuenta el uso creativo, que se refiere a “cuando el alumno crea un gráfico no habitual en forma correcta para presentar y justificar sus ideas” (Arteaga et al., 2009, p.99). Estas categorías comportan valor didáctico tanto para conducir el proceso de construcción de gráficos con ordenador por parte de los alumnos como para poder evaluar la fuente de posibles errores en los gráficos construidos por ellos.

UNA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA DE LA EXPERIENCIA

Se siguió un enfoque cuantitativo, que se concretó en un diseño no experimental, transeccional descriptivo, puesto que se recopilaban los datos en un momento único con el propósito de describir y analizar las regularidades en la construcción de gráficos estadísticos usando programas computarizados.

En correspondencia con el diseño asumido, se seleccionó una muestra intencional conformada por 27 estudiantes de segundo año de la carrera Ingeniería en Control Automático, que reciben la asignatura Probabilidades y estadística. El curso se desarrolló de forma virtual mediante la plataforma Moodle.

En la plataforma se incluyó un material escrito en el que se abordaron los elementos estructurales de un gráfico estadístico y los niveles de comprensión gráfica. Se ofrecieron, además, ejemplos que, en cada caso, ilustraban el contenido. Para la asimilación independiente de esos contenidos se propusieron tareas de aprendizaje. El tema concluyó con la presentación de una tarea proyecto.

La variable a describir fue construcción de gráficos estadísticos usando programas computacionales. Esta se operacionalizó en tres dimensiones conformadas por cada uno de los elementos estructurales de un gráfico estadístico: el título y las etiquetas, el marco del gráfico y los especificadores del gráfico (Friel et al., 2001). Como indicadores, para cada una de las dimensiones se usaron los niveles de observación elaborados a partir de los niveles de observación de idoneidad epistémica ofrecidos por Alvarado et al., (2018), (tabla 1).

Tabla 1

Niveles de observación de los elementos estructurales de un gráfico.

Nivel 0 (N0)	Nivel nulo: No se observa el elemento estructural o es incorrecto.
Nivel 1 (N1)	Nivel elemental. El elemento estructural se presenta tal y como lo ofrece el programa computarizado, sin hacer correcciones ni agregarle aclaraciones. No se observa relación con otros elementos estructurales.
Nivel 2 (N2)	Nivel intermedio. El elemento estructural no es ambiguo y se corresponde con el resto de los elementos estructurales del gráfico.
Nivel 3 (N3)	Nivel avanzado. El elemento estructural se corresponde con el resto de los elementos estructurales del gráfico y con el contexto de los datos.

Nota: Leyenda: título y las etiquetas (TE), marco del gráfico (MG), especificadores del gráfico (EG).

Los estudiantes de la muestra se caracterizaron por un alto rendimiento académico y por haber seleccionado la carrera en primera opción. Sus conocimientos previos en estadística, se limitan a la estadística descriptiva, recibidos en la asignatura Matemática, en secundaria básica y preuniversitario. En estos niveles educativos, la estadística dispone de alrededor de 54 horas en total, según los programas de Matemática de la Educación Media en Cuba. (Rodríguez et al., 2019; Domínguez y Acosta, 2016a y 2016b; Acosta et al., 2019).

Los datos se recopilaron a partir del informe individual que presentó cada estudiante a la tarea proyecto. Esta tarea consistió en identificar un problema contextualizado y resolverlo aplicando la estadística descriptiva e inferencial. En la orientación de la tarea proyecto se exigió que en el informe se incluyera la matriz de datos primarios usados por los estudiantes para el

procesamiento estadístico. Dado el carácter abierto de la tarea, cada estudiante, a partir del problema formulado, seleccionó los gráficos y el programa computacional que creyó más oportunos para presentar sus resultados según las variables y el contexto de la tarea.

El análisis de los datos se dividió en dos partes, primero: descripción de las regularidades encontradas en los gráficos construidos por los estudiantes, atendiendo a los niveles de observación de los elementos estructurales.

Segundo: comparación de las regularidades detectadas en la construcción de gráficos por los estudiantes de la muestra, con las categorías tipificadas por Ben-Zvi y Friedlander (1997) (citados por [Arteaga et al. \(2009\)](#) en estudios similares).

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EXPERIENCIA

Del total de la muestra, tres estudiantes no elaboraron ningún gráfico. Estos se limitaron a realizar cálculos estadísticos, mayoritariamente para presentar medidas de tendencia central, solo uno de ellos presentó medidas de dispersión, el rango y la desviación estándar. Estos no interpretaron los resúmenes obtenidos para los datos, aspecto que coincide con los resultados obtenidos por [Arteaga \(2009\)](#).

El resto de los estudiantes de la muestra (24), produjo algún tipo de gráfico, como promedio 4 gráficos por estudiantes. La mayoría de ellos (20), produjo más de un gráfico del mismo tipo (histograma, gráfico de barras, etc.). En total se presentaron 107 gráficos. Ello reafirma, “la necesidad sentida de los estudiantes de producir un gráfico y llegar, mediante un proceso de transnumeración, a un conocimiento no disponible en los datos brutos” ([Arteaga, 2009, p.53](#)).

Del total de gráficos, 48 son de pastel, 44 de barras, 12 histogramas, 1 serie temporal, 1 de cajas y pivotes y 1 de tallos y hojas. Todos se construyeron usando algún graficador computarizado, excepto 2 histogramas que un estudiante dibujó a mano. Esto evidenció que en los estudiantes de la muestra existe la tendencia de usar el ordenador para construir los gráficos.

La poca diversidad de tipos de gráficos presentados hace sospechar que los estudiantes presentan dificultades en el manejo significativo de representaciones múltiples. Ello se reafirma en el hecho de que, aun cuando tuvieron la posibilidad de incluir otros gráficos, los más usaron fueron los de pastel, los de barras y los histogramas que, aunque ilustraban algunas regularidades de los datos, podían haberse complementado con otros como los de cajas y pivotes.

Las distribuciones de frecuencia relativa según los niveles de observación de los elementos estructurales de cada tipo de gráfico construido, se ofrecen en la tabla 2. Los valores se escribieron en porcentaje para poder comparar los resultados, dado que la cantidad de gráficos construidos por los estudiantes fue diferente.

Tabla 2

Distribución de frecuencias relativas para los niveles de observación de los elementos estructurales de los gráficos, por tipo de gráfico.

Tipo de gráfico	TE (%)				MG (%)				EG (%)			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
Pastel	41,7	33,3	25	0	16,7	43,8	35,4	4,2	0	0	0	100
Barras	38,6	20,5	36,4	4,5	29,5	27,3	36,4	6,8	18,2	29,5	18	5
Histograma												
Diagrama de Tallos y hojas	37,5	37,5	25	0	0	87,5	0	12,5	87,5	0	0	12,5
Cajas y pivotes	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100

Nota: Leyenda: título y las etiquetas (TE), marco del gráfico (MG), especificadores del gráfico (EG).

A partir de la tabla 2 se observa que, en cada tipo de gráfico, excepto en el cajas y pivotes, los mayores porcentajes se concentran en los niveles nulo y elemental lo que evidencia dificultades en la construcción de gráficos

Por otro lado, el hecho de que se presenten errores en los tipos de gráficos seleccionados, evidencia que existen dificultades en el uso significativo de la representación de estos tipos de gráficos. Estos resultados concuerdan con los tipos de dificultades señaladas por [Arteaga et al. \(2009\)](#) al referirse a los errores de los alumnos cuando construyen gráficos usando el ordenador.

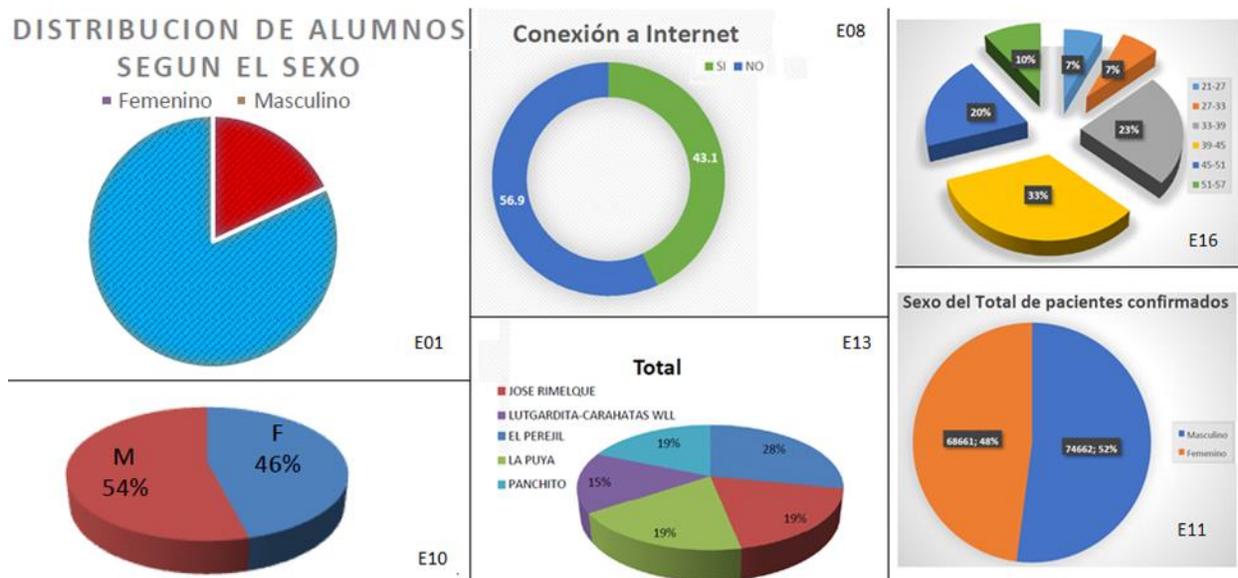
Con el propósito de ilustrar los valores contenidos en la tabla 2, se analiza la manifestación concreta de los errores y aciertos típicos observados en los gráficos construidos por los estudiantes. El análisis se realiza por tipos de gráficos. Cada gráfico se identifica con una “E” seguida de un número que codifica al estudiante.

Gráfico de pastel

Para el título y etiquetas, en el nivel nulo, se presentan como ejemplos los gráficos: E10 y E16 (figura 1). En E10, no se incluye un título para el gráfico. Además, aunque se ubican etiquetas con las categorías de la variable (M y F) y los porcentajes, no se señala a qué variable se refieren estos. En E16 tampoco, se incluye un título para el gráfico, solo se ofrecen porcentajes referidos a una división en clases de la variable, pero esta no se declara. Los datos de E16 corresponden a una variable cuantitativa por lo que hubiera sido más aconsejable representar los datos en un histograma.

Figura 1

Errores y aciertos típicos en los gráficos de pastel.



El nivel elemental se ejemplifica con E13 (figura 1), en este se incluye el título que ofreció el Excel por defecto, la palabra “total”, pero este no se refiere a la variable representada en el gráfico. Este error se debe a que no se declaró la variable en la tabla de Excel de la que provienen los datos. Según [Arteaga \(2009\)](#), este tipo de error constituye “un conflicto semiótico” (p.47), pues el estudiante usa una palabra para el título carente de significado en el contexto de los datos. Este es un ejemplo, como señala [Arteaga \(2009\)](#), de que el “uso del ordenador ha dificultado la construcción del gráfico por parte del alumno” (p.47), puesto que el estudiante ha aceptado la salida de Excel sin valorarla críticamente.

En los ejemplos: E08, E11 y E01 (figura 1), evaluados en el nivel intermedio, aunque se declara la variable, esta no se puede ubicar en un contexto específico, por lo que resulta ambigua. Este fue el nivel más alto que se alcanzó, puesto que no se encontró ningún gráfico de pastel, en el nivel avanzado, para el elemento estructural título y etiquetas. Aquí, las limitaciones estuvieron dadas en asumir las salidas de Excel sin un sentido crítico respecto al contexto de los datos, lo cual concuerda con [Arteaga et al. \(2009\)](#).

Para el elemento estructural marco del gráfico, como ejemplo del nivel nulo, se incluye E01 (figura 1), en este no se indicaron las cantidades. Como ejemplo del nivel elemental se presenta E08 (figura 1). En este, aunque se incluyeron valores, no se indica que se refieren a porcentajes. En el nivel intermedio se clasificaron los que incluyeron las cifras referidas a porcentajes, pero no el total de casos, de modo que a partir de estos gráficos no se puede juzgar acerca de las cantidades por categorías, como en E16, E10 y E13 (figura 1). En el nivel avanzado se ubicaron los que incluían la cantidad de casos como en E11 (figura 1).

En cuanto a los especificadores del gráfico, que son los sectores circulares, en todos los casos se usan correctamente por lo que se clasifican en el nivel avanzado. No obstante, se observó que muchos gráficos se confeccionaron en 3D, en otros se sustituyeron los sectores circulares por sectores de anillo o se mostraron los sectores separados como en E08, E16, E10 y E13 (figura 1). Estas transformaciones, aunque no introducen errores en los especificadores, si pueden entorpecer la lectura de los gráficos.

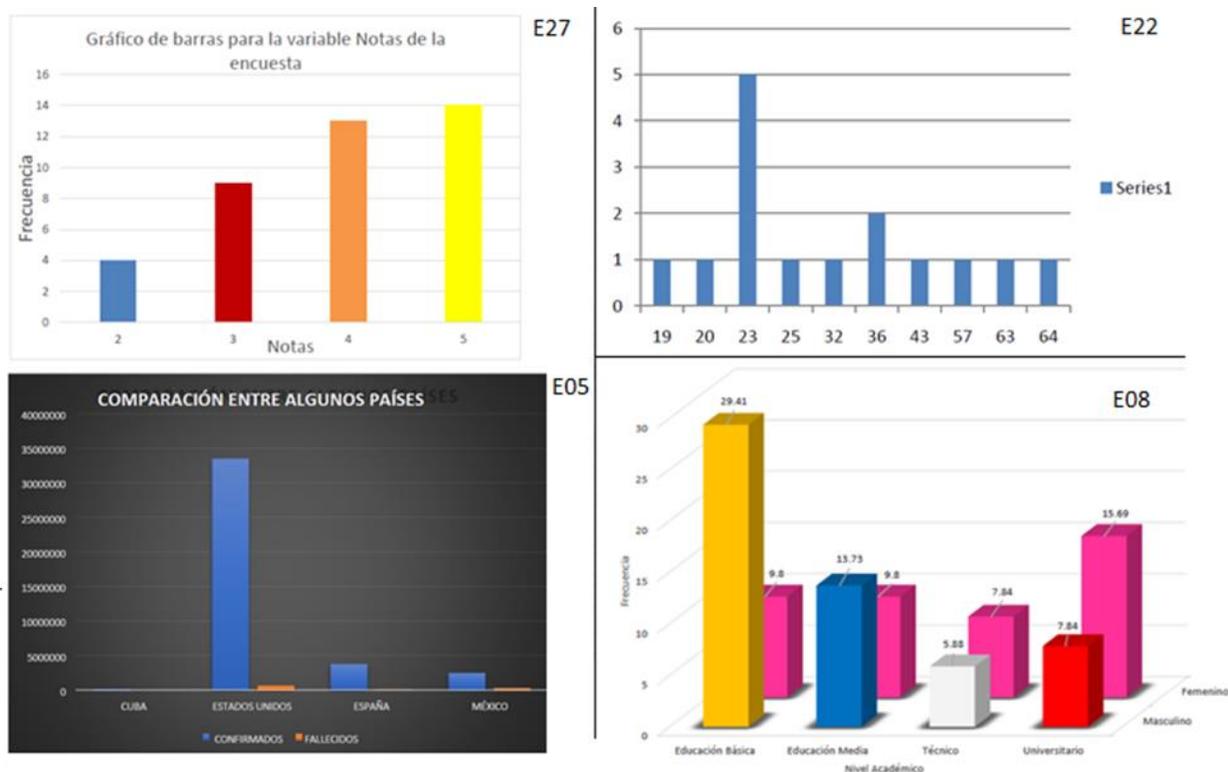
Gráficos de barra

En el elemento título y etiquetas, los gráficos que se clasificaron en el nivel nulo no mostraron título, tampoco incluyeron etiquetas como E22 (figura 2). Los que se clasificaron en el nivel elemental, como en E08 (figura 2), fueron ambiguos en la ubicación contextual del gráfico. En E08, no se declara el título, aunque sí la variable nivel académico, pero no indica el contexto.

En el nivel intermedio, como en E05 (figura 2), aunque incluye un título para el gráfico en el que se distingue la variable países, no se declaran las otras dos variables con respecto a las que se comparan los países. En el nivel avanzado, E27 (figura 2) incluye un título contextualizado y declara correctamente la variable representada y sus categorías.

Figura 2

Errores y aciertos típicos en los gráficos de barra.



En cuanto al marco de gráfico, se observó que, en el nivel nulo, como en E22 (figura 2), aunque se incluyen los ejes y sus respectivas marcas de referencia, no se ofrece información sobre las unidades de medida de las magnitudes representadas, solo se incluyen valores fuera de contexto. En el nivel elemental, en el que se ubicó E05 (figura 2) aunque se incluyen los ejes, marcas y valores no se ofrece la unidad de medida, tampoco se nombran los ejes. En el nivel intermedio, como se aprecia en E08 (figura 2) se omiten los símbolos de porcentaje, los demás aspectos del marco están correctos. En el nivel avanzado, como en E27, se distinguen todos los elementos del marco del gráfico que facilitan su lectura.

En cuanto a los especificadores, en todos los casos se usaron rectángulos que son los especificadores que caracterizan el gráfico de barras. En el nivel nulo se ubicaron aquellos gráficos que, aunque representan bien los especificadores, no se logra comprender su significado, por no mostrar relación con el contexto y los demás elementos del gráfico E22 (figura 2). En el nivel elemental E05, para la categoría: Cuba, la escala usada no permite apreciar los rectángulos (en este caso hubiera sido preferible usar una escala no lineal). Este error, consistente en “elegir una escala inadecuada para el objetivo pretendido”, identificado por Li y Shen (1992) (como se cita en [Arteaga et al., 2009](#)).

En el nivel intermedio (E08 figura 2), los especificadores están bien usados en cuanto a la forma, no así respecto al código de color. Este es un gráfico en que se ilustran los valores cruzados de dos variables: sexo y nivel académico, sin embargo, para una de las categorías del sexo (masculino) se usaron diferentes colores para los rectángulos que representan las categorías del nivel académico, mientras que para la otra categoría (femenino) se usó el mismo color para todas las categorías del nivel académico. Estas ambigüedades pueden llevar a confusiones a la hora de leer el gráfico. Gráficos como el E27, se ubicaron en el nivel avanzado para los especificadores.

Desde el punto de vista del grado de dificultad, está claro que, un gráfico de barras como el presentado por E08 es mucho más difícil de representar que el elaborado por E27, puesto que el primero se refiere a variables cruzadas, mientras que el segundo solo recoge frecuencias de una sola variable.

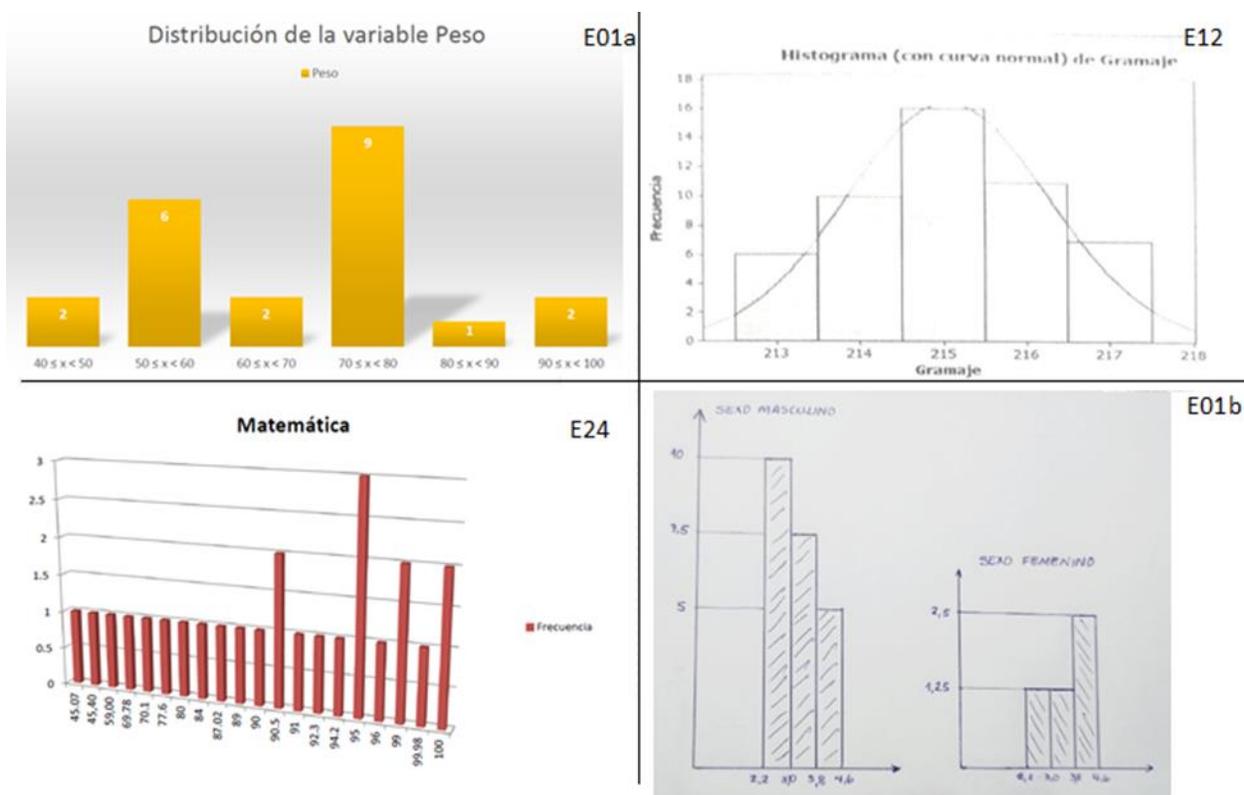
Histogramas y diagrama de tallos y hojas

Estos tipos de gráficos se analizaron juntos, porque ofrecen la misma información, solo cambian los especificadores.

En los títulos y etiquetas en el nivel nulo, E01b (figura 3) omitió ambos elementos. En E24 (figura 3), también ubicado en el nivel nulo, aunque incluye un título, este es ambiguo y no hace referencia a la variable. En el nivel elemental, E01a (figura 3), aunque declara la variable en el título, no la asocia con el eje en el que se representa. El nivel intermedio, E12 (figura 3), ofrece un título contextualizado, pero, nombra la variable incorrectamente (gramaje), cuando debió nombrarse: peso. Ningún histograma se ubicó en el nivel avanzado para el título y etiquetas.

Figura 3

Errores y aciertos típicos en los histogramas.



En el elemento marco del histograma, siete gráficos se ubicaron en el nivel elemental por cometer errores en la ubicación de los ejes, como en E01a (figura 3), que no incluye los ejes. En E01b (figura 3), no indica las variables que corresponden a los ejes, no ubican el origen de coordenadas ni las unidades de medida. Estos errores coinciden con los encontrados por Li y Shen (1992) (como se cita en [Arteaga et al., 2009, p.99](#)). En E24 (figura 3) no se identifica la variable del eje horizontal, la frecuencia no se contextualiza. No se declaran las unidades de medida.

En los especificadores del histograma en el nivel nulo se ubicaron E01a y E24 (figura 3). En E01a los rectángulos se representaron separados, cuando debían estar unidos por tratarse de una variable continua. Como señala [Arteaga et al., \(2009\)](#) citando a Lee y Meletiou (2003) “los histogramas se perciben como representación de datos aislados, suponiendo que cada rectángulo se refiere a una observación particular y no a un intervalo de valores” (p.99).

En E24 no se realizó la división en clases para representar los rectángulos, sino que se calculó la frecuencia para cada uno de los valores observados de la variable. En estos errores se evidencia un conflicto semiótico “al no interpretar correctamente el convenio de construcción de dicho gráfico” ([Arteaga et al., 2016, p.24](#)). En ambos casos la dificultad radica en la elección del tipo de gráfico, que ya dificulta el trabajo, desde el principio. Como señalan [Arteaga et al. \(2009\)](#), “el primer paso sería elegir un gráfico adecuado, tanto al tipo de variable, como al problema planteado, pero los estudiantes fallan con frecuencia en esta elección” (p.98).

No se identificaron histogramas en los niveles elemental e intermedio. Mientras que, solo un histograma se ubicó en el nivel avanzado, este fue el representado por E12 (figura 3).

El diagrama de tallos y hojas E25 (figura 4), se calificó en el nivel avanzado en cada uno de los elementos estructurales.

Gráfico de serie temporal

E11 (figura 4), se calificó en nivel elemental en cada uno de los tres elementos estructurales pues, aunque su título contextualiza muy bien el gráfico y se nombra la variable casos positivos diarios, en el eje horizontal, se indica como unidad de medida el mes. Esta falta de correspondencia entre la variable y su unidad de medida puede llevar a ambigüedades en la comprensión del gráfico. En cuanto a los especificadores, solo se señalan cuatro puntos, lo que parece sugerir que se tomaron solo 4 mediciones.

Figura 4

El histograma y la serie temporal presentados por dos estudiantes de la muestra.

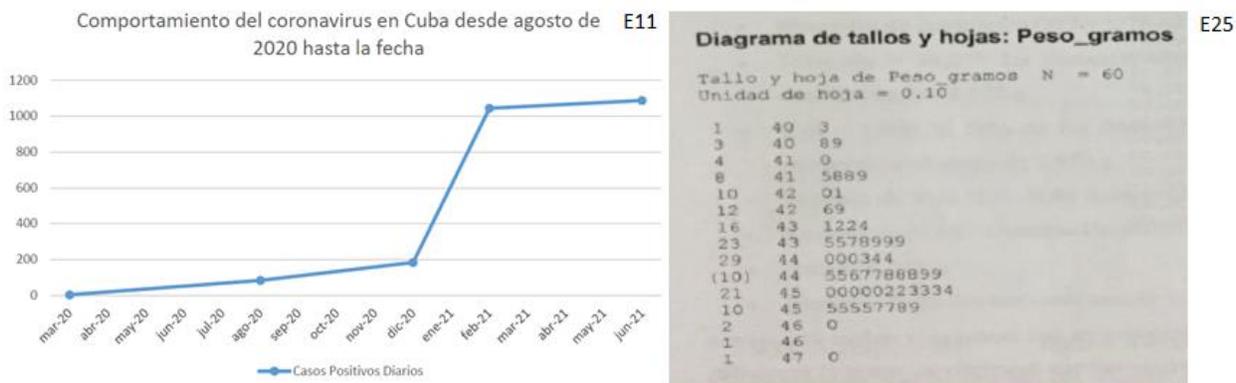
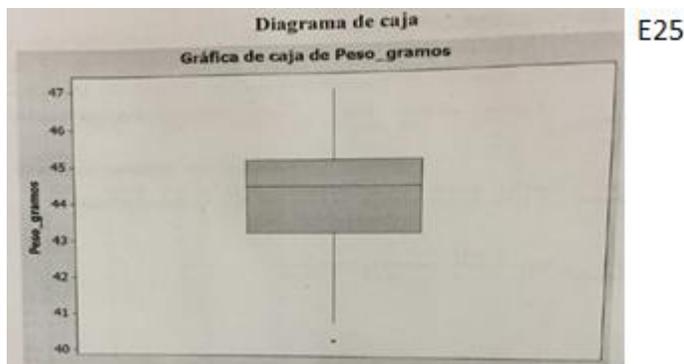


Gráfico de cajas y pivotes

En este se incluyeron todos los elementos estructurales, por lo que se ubicó en el nivel avanzado (figura 5).

Figura 5

Gráfico de cajas y pivotes presentado por un estudiante de la muestra.



CONCLUSIONES

Del análisis de los gráficos elaborados por los estudiantes de Ingeniería en Control Automático se comprobó, en primer lugar, que mostraron tendencia a incluir gráficos para resolver el problema estadístico objeto de estudio. Esta regularidad se considera un aspecto positivo y muestra la necesidad de trazar acciones didácticas que favorezcan dicha tendencia.

En segundo lugar, se verificó que existen dificultades en el manejo significativo de representaciones múltiples, aspecto que limita la posibilidad de los estudiantes para elegir entre varias opciones el gráfico más idóneo de acuerdo con lo que quiere representar. Este puede ser un llamado de atención, desde el punto de vista didáctico, para incluir en las clases de Estadística comparaciones argumentativas entre los distintos tipos de gráficos y su valor de acuerdo con la información que con ellos se desea describir y comunicar.

En tercer lugar, se detectaron bajos niveles de observación para los elementos estructurales del gráfico que se incluyen en su construcción. Esta regularidad alerta a encaminar el accionar didáctico, no solo al gráfico como comunicante de un significado, sino como significante, aspecto que se evidencia en el rigor de sus elementos estructurales.

En cuarto lugar, se comprobó que, existe tendencia al uso del ordenador en detrimento de la elaboración de gráficos a mano. Aspecto que puede ser una potencialidad por el ahorro de tiempo que representa.

En quinto lugar, se observó predisposición a aceptar los gráficos que ofrecen los programas computacionales, sin asumir que este es solo un gráfico previo que deben modificar para que contenga todos los elementos estructurales de acuerdo con el contexto y el contenido estadístico que representan. Sería oportuno prestar atención didáctica a este particular a fin de concientizar en el estudiante, el proceso de elaboración de los gráficos.

Aunque, las deficiencias encontradas superan los productos logrados en cuanto a elaboración de gráficos estadísticos se refiere, las regularidades detectadas comportan valor didáctico, al menos para darle una orientación fundamentada, al proceso de enseñanza de la estadística en la formación de ingenieros hacia la solución de los problemas detectados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, S., Domínguez, O. y Gort, M. (2019). *Programa de Matemática séptimo grado*. Pueblo y Educación.
- Alvarado, H. A., Galindo, M. K. y Retamal, M. L., (2018). Evaluación del aprendizaje de la estadística orientada a proyectos en estudiantes de ingeniería. *Educación Matemática*, 30(3), 151-183. <https://doi.org/10.24844/EM3003.07>
- Artega, P. (2009). *Análisis de gráficos estadísticos elaborados en un proyecto de análisis de datos* [Tesis de maestría, Universidad de Granada, España]. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/trabajomasterPedro.pdf>
- Artega, P., Batanero, C., Díaz, C. y Contreras, J. M., (2009). El lenguaje de los gráficos estadísticos. *Unión*, 5(18), 93-104. http://www.cvrecurso didacticos.com/web/repository/1294499660_Union_018_012.pdf
- Artega, P., Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19(1), 15-40. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33544735002>
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Servicio de Reprografía de la Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/didacticaestadistica.pdf>
- Carmona, D. C. y Cruz, D. A. (2016). *Niveles de comprensión de la información contenida en tablas y gráficas estadísticas: un estudio desde la jerarquía de Kazuhiro Aoyama* [Tesis de maestría, Universidad de Medellín, Colombia]. <https://core.ac.uk/download/79780946.pdf>
- Casanova, H. (2017). Graficación Estadística y Visualización de Datos. *Ingeniería*, 21(3), pp. 54-75. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46754522005>
- Domínguez, O. y Acosta, S. (2016a). *Programa de matemática noveno grado*. Pueblo y Educación.
- Domínguez, O. y Acosta, S. (2016b). *Programa de matemática octavo grado*. Pueblo y Educación.
- Figueroa, S. y Aznar, M. (2020). Razonamiento Estadístico en Estudiantes de Ingeniería. *Yupana*, (12), 23-39. <https://doi.org/10.14409/yu.v0i12.9625>
- Friel, S. N., Curcio, F. R. y Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2), 124-158. <https://doi.org/10.2307/749671>
- Godino, J. (2002). Un estudio ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 22(2-3), 237-284. <https://revue-rdm.com/2002/un-enfoque-ontologico-y-semiotico>
- Guitart Coria, M. B., Gamba, C. P., Grossi, E., López, N. C., Martínez, J., Silva, M. O., Casas Arjona, A. N. y Cattaneo Bonilla, L. (10 al 13 de septiembre de 2019). *Hacia una cultura estadística en carreras de ingeniería* [Ponencia]. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/89>
- Ortiz Aguilar, W., Ortega Chávez, W., Valencia Cruzaty, L. E., González Vásquez, Á. E., y Gamarra Mendoza, S. (2021). La educación estadística del ingeniero: reto de la educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5). <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2237>
- Rocha Salamanca, P. (2013). La educación estadística en la formación de ingenieros. *Revista Científica*, 17(1), 33-45. <https://doi.org/10.14483/23448350.4563>

Rodríguez, F. E., Quintana, A., Naredo, R., Cuadrado, Z. y García, E., (2019). *Programa de matemática, décimo grado*. Pueblo y Educación.

Salcedo, A., González, J., Lira, A. S. y González, J. (2020). Maestros en formación leen e interpretan gráficos estadísticos. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 13(4), 374-384. <https://jjeem.pgskroton.com.br/article/view/7985>