



Gráficos estadísticos accesibles: desarrollo profesional utilizando datos reales

Lizbeth **Alvarado** Vargas
Universidad de Puerto Rico
Puerto Rico

lizbeth.alvarado@upr.edu

Ariana **Rodríguez** Flores
Universidad de Puerto Rico
Puerto Rico

ariana.rodriguez20@upr.edu

Resumen

En esta comunicación se presenta una guía para un desarrollo profesional enfocado en el tema de creación de gráficos estadísticos accesibles para personas ciegas que permitan generar y responder preguntas de investigación. Para ello se sigue la estrategia de enseñanza cooperativa, *Rompecabezas II*, en la que los docentes participantes, trabajan de manera cooperativa construyendo su aprendizaje. Para la creación de gráficos estadísticos se utiliza un software que incorpora elementos de accesibilidad para personas ciegas, llamado *SAS Graphics Accelerator*. Por lo que, esta propuesta no solo busca fortalecer las habilidades estadísticas de los docentes participantes; sino que también incorpora elementos de accesibilidad para personas ciegas, promoviendo así una mayor inclusión.

Palabras clave: Accesibilidad; Aprendizaje Cooperativo; Constructivismo; Desarrollo profesional; Educación; Educación Matemática; Estadística; Recursos Libres de Matemáticas; SAS Graphics Accelerator.

Definición y relevancia de las prácticas educativas

La Estadística tiene mucha importancia y utilidad en distintos ámbitos reales, como lo son, la educación, la salud, la economía, las ciencias, las finanzas, la ingeniería, la política, entre otras, las cuales requieren constantemente del análisis de datos en sus actividades. Además, como sociedad frecuentemente recibimos información a través de medios de comunicación sobre análisis estadísticos que debemos interpretar (Garibotti, et al., 2020).

Según Schreiter, et al., (2024), existen importantes lagunas en los conocimientos de docentes en servicio y formación, relacionados con alfabetización estadística y alfabetización de datos, definiendo la primera como la “capacidad de comprender y evaluar críticamente los resultados estadísticos que impregnan nuestra vida diaria” (Wallman, 1993, p.1 como se cita en Schreiter, et al., 2024), y la segunda como las habilidades para recopilar y crear representaciones sobre datos. Además, los libros de texto abarcan de manera muy básica los conceptos de estadística y no se basan en datos reales (Batanero, 2006).

Además, los profesores tienen concepciones erróneas sobre conceptos estadísticos y les transmiten dichos errores a los estudiantes (Schreiter, et al., 2024). También, se sienten inseguros a la hora de enseñar el tema y optan por omitirlo (Batanero, 2006), en lugar de aprovechar las ventajas que tiene para contextualizar situaciones.

Por otra parte, la investigación de Escandell et al., (2014) evidenció que las personas ciegas, sus familiares y los técnicos que trabajan con ellas, señalaron distintas barreras en el ámbito educativo. Entre estas, se mencionan que las editoriales escogidas por los centros educativos no cumplen los criterios de accesibilidad, que los documentos proporcionados en la web no son accesibles y que las metodologías aplicadas no son apropiadas para las personas ciegas. A esto se suma que, un alto porcentaje de los encuestados informó que los profesionales no utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Frente a estas dificultades, el Diseño Universal hace referencia a la creación de productos y espacios que puedan ser utilizados por la mayor cantidad de personas posibles, es decir, que la mayoría de las personas independientemente de sus capacidades o discapacidades, puedan tener acceso sin la necesidad de que el producto o espacio tenga que ser modificado (Mace, 1998). A partir de este enfoque, surge el Diseño Universal de los Aprendizajes (DUA), que traslada estos principios al ámbito educativo. Según lo que plantea Pastor (2019), el DUA “parte de la diversidad desde el comienzo de la planificación didáctica y trata de lograr que todo el alumnado tenga oportunidades para aprender”.

Una herramienta fundamental en la interpretación y el análisis de datos son los gráficos estadísticos, con los cuales se pueden identificar patrones, tendencias y relaciones que permiten comunicar resultados sencillos de interpretar, sin embargo, a pesar de la gran utilidad que tienen para transmitir la información, estos son generados como imágenes, utilizando distintos colores y formas, por lo que, poseen un alto contenido visual, siendo esto una limitante para que una persona ciega pueda interpretar, analizar y comunicar datos estadísticos (Alcaraz, et al., 2020).

Por este motivo, la creación de los materiales de este trabajo se enfoca en garantizar la accesibilidad para los docentes participantes del taller, proporcionándoles herramientas y estrategias inclusivas para la enseñanza de las estadísticas, pues uno de los objetivos que se quieren alcanzar es generar conciencia en los docentes sobre la importancia de ofrecer una educación inclusiva, aprovechando los recursos disponibles para garantizar el acceso equitativo al aprendizaje de las estadísticas.

Referentes teóricos

El constructivismo explica el aprendizaje como un proceso activo en el que se promueve el descubrimiento y la verificación. En la enseñanza esto se puede poner en práctica a través de prácticas como, el apoyo temporal por parte del instructor, la intercalación del papel de profesor, la colaboración entre pares y la evaluación continua del aprendizaje (Vygotsky, 1978; Brooks y Brooks, 1993; Schunk, 2012). Estas prácticas no solo favorecen la construcción del conocimiento en los estudiantes, sino que también pueden aplicarse al desarrollo profesional docente.

De manera similar, según Kang et al., (2013) un buen desarrollo profesional debe contar con ciertas características, algunas de ellas son, un **enfoque en el contenido**, en el conocimiento de la materia, el conocimiento de cómo los estudiantes aprenden el contenido, conocimiento de la enseñanza del contenido y conocimiento de los docentes; **aprendizaje activo**, se brindan oportunidades para que los docentes participen en el análisis de la enseñanza y el aprendizaje; **coherencia**, con otras oportunidades de aprendizaje de los docentes, con el conocimiento y las creencias de los docentes, y con las reformas y políticas de la escuela, el distrito y el estado; **participación colectiva**, se ofrece oportunidad de que varios profesores de la misma escuela participen en las mismas oportunidades de aprendizaje.

Al igual que en el aula, el aprendizaje de los docentes debe ser un proceso dinámico, reflexivo y colaborativo que les permita mejorar continuamente su práctica. En este sentido el aprendizaje cooperativo juega un papel fundamental, ya que permite maximizar el aprendizaje a través de la participación en conjunto. El aprendizaje cooperativo se basa en cinco componentes: en la interdependencia positiva, se asegura que el éxito de cada uno dependa del éxito del grupo, lo cual garantiza que todos se integren al mismo; en la interacción promotora, los integrantes se ayudan entre sí para el logro de las metas que se imponen; en la responsabilidad individual, se asegura que cada persona, como mínimo, tenga una participación equitativa; en el uso de habilidades interpersonales, las que se necesitan para trabajar en equipo de manera efectiva; y en el procesamiento grupal que permite pensar sobre la acción realizada con la finalidad de lograr mejoras continuas (Johnson et al., 1994).

Entre las diversas técnicas de enseñanza del aprendizaje cooperativo está la del rompecabezas II propuesta por Slavin (1999). En Rompecabezas II, los participantes trabajan en equipos heterogéneos, es decir, cada grupo de trabajo está compuesto por expertos en distintas áreas, estos expertos se forman a través del estudio individual y grupal de distintas temáticas asignadas. Luego, dichas temáticas deben ser expuestas a sus equipos de trabajo, para posteriormente en equipo realizar tareas que abarcan todos los temas estudiados.

La esencia del método Rompecabezas radica en la interdependencia, ya que cada estudiante es responsable de una parte única de la actividad colectiva, y los demás integrantes dependen de sus compañeros expertos para obtener la información necesaria y desempeñarse bien en las evaluaciones (Slavin, 1999).

Método y desarrollo conceptual

La metodología que se lleva a cabo en el desarrollo profesional se divide en las cuatro partes propuestas en la técnica de enseñanza Rompecabezas II como se muestra en la Figura 1 (Slavin, 1999). En la primera parte **Tópicos Expertos**, los docentes participantes se organizan en equipos de cuatro integrantes, a estos se les llama equipos originales. A cada miembro se le asigna aleatoriamente una hoja de expertos, la cual incluye un tipo específico de gráfico estadístico (barras, circular, histograma o líneas). En esta primera parte, los participantes trabajan de manera individual el tema asignado, siguiendo las instrucciones de la hoja de expertos correspondiente, cuyo propósito es estudiar y comprender en profundidad el tema.

A lo largo del desarrollo profesional, los docentes utilizan el software para creación de gráficos estadísticos, **SAS Graphics Accelerator**. Esta plataforma fue diseñada por Statistical Analysis System (SAS) para mejorar la accesibilidad de los gráficos estadísticos y visualizaciones para personas ciegas. Esta herramienta permite a los usuarios generar diferentes tipos de gráficos estadísticos y explorar los mismos a través de descripciones en texto, tecnología de sonificación y contraste de colores.

En la plataforma mencionada se ingresarán datos reales previamente depurados para que el formato sea compatible con el software. Es recomendable que los datos reales que se utilicen al implementar el desarrollo profesional sean obtenidos de páginas oficiales, ya sea de censos, páginas gubernamentales, revistas académicas, entre otras fuentes confiables, pertenecientes al país donde se lleve a cabo el desarrollo profesional, de manera que sean relevantes para los participantes.

La segunda parte, **Discusión en Grupos de Expertos**, se basa en que los docentes se reúnan con los otros participantes que recibieron la misma hoja de expertos, es decir, el mismo tema a estos grupos se les llama grupos de expertos. En estos grupos se elegirá una persona que tomará el rol de líder de discusión, el cual tiene como tarea asegurarse de la participación equitativa de todos los integrantes. Para esta discusión, se entregará a cada grupo de expertos una guía de discusión para estructurar el intercambio de ideas y profundizar en el estudio del tipo de gráfico asignado. Luego de la discusión, deberán preparar una exposición del tema para que en la siguiente parte compartan la información en los grupos originales, para esto se les entregará un protocolo de ajuste el cual consiste en una guía que les ayudará a ordenar su presentación.

En la tercera parte, **Informe de Expertos**, los docentes regresan a los equipos originales y exponen el conocimiento adquirido en las fases anteriores. Acá también se asigna un líder de discusión el cual está encargado moderar la discusión, dar los turnos correspondientes y controlar el tiempo para que todos puedan exponer sus temas.

Finalmente, en la cuarta parte **Preparación del Informe de Equipos Originales**, cada grupo elige un conjunto de datos reales con los cuales deben formular una pregunta de investigación que puedan responder usando uno o varios de los gráficos estadísticos estudiados, los cuales deben crear de manera accesible. Para llevar a cabo esta parte, se proporciona una guía para la preparación del informe, junto con una escala de valoración para el informe final que sirve como referencia para evaluar la calidad del informe final. Cada equipo original realiza una exposición final, la cual será evaluada por los facilitadores del taller.

En cada una de las partes del desarrollo profesional, se utiliza una estrategia de evaluación, de manera que permita identificar el progreso continuo de los maestros. Según el constructivismo, el maestro debe evaluar el aprendizaje de los estudiantes en el contexto de la enseñanza diaria, con el objeto de corregir oportunamente el proceso de aprendizaje si fuera necesario (Brooks y Brooks, 1993). Por ende, la evaluación se llevará a cabo diariamente y no solo al término del desarrollo profesional, pues en esa instancia sería muy difícil remediar los resultados no satisfactorios del aprendizaje.

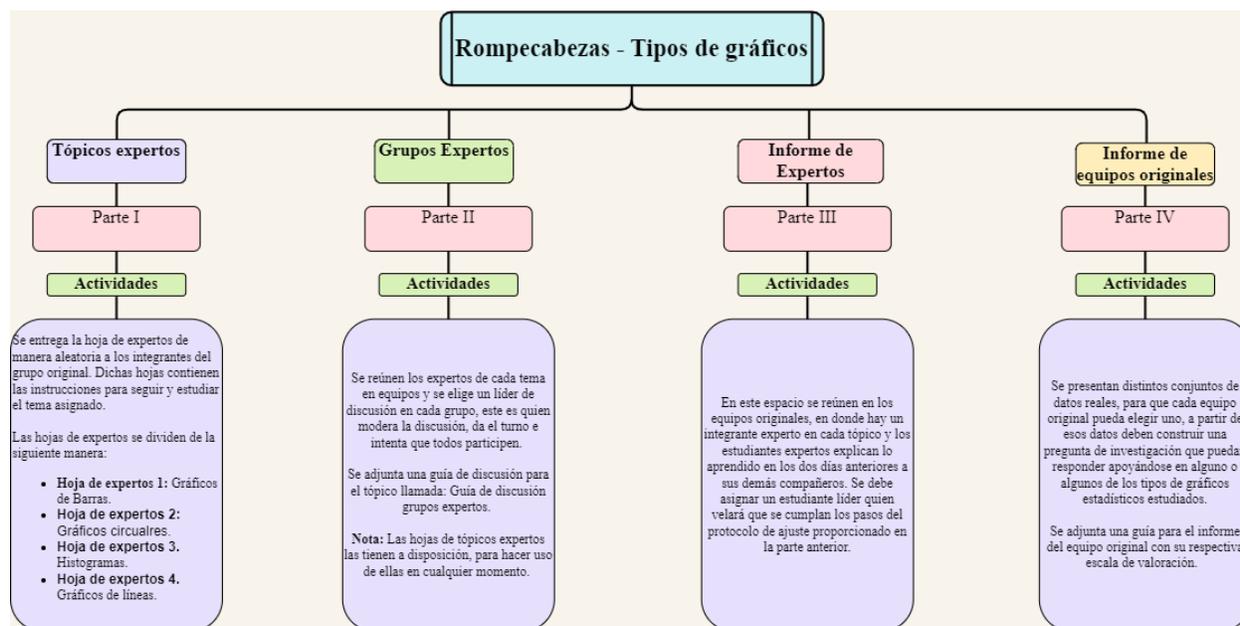


Figura 1. Diagrama Rompecabezas II.

Conclusiones

Esta comunicación proporciona una guía estructurada para el desarrollo profesional de docentes en la creación y uso de gráficos estadísticos accesibles, que incluyen sonificación y contraste de colores, por ende, la misma no solo pretende mejorar las habilidades estadísticas de los profesores, sino también fomentar la creación de gráficos accesibles, reforzando el compromiso con la equidad en la educación y permitiendo que todos los estudiantes y docentes, sin importar sus capacidades, tengan acceso a herramientas que faciliten el aprendizaje y la toma de decisiones informadas.

Aunque la guía aún no ha sido implementada en un entorno de formación docente, la misma ha sido revisada por otros docentes expertos en los diferentes temas (estadística, accesibilidad, currículo y desarrollo profesional), quienes han aportado observaciones valiosas que han permitido ajustar ciertos aspectos, por ejemplo, la selección de herramientas tecnológicas y la manera en que se integran las actividades cooperativas en el desarrollo profesional.

Se espera que la aplicación de esta guía tenga varias implicaciones en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. Por un lado, su enfoque basado en datos reales busca fortalecer la interpretación crítica de los gráficos, conectando la estadística con situaciones de la vida cotidiana. Además, el uso de herramientas con sonificación y contrastes de colores facilitan la accesibilidad para la mayoría de docentes y estudiantes, promoviendo una educación más equitativa. De igual manera, esta propuesta busca contribuir al conocimiento y desarrollo de prácticas más colaborativas y tecnológicamente enriquecidas, lo que favorece la implementación y el buen uso de recursos tecnológicos en el aula.

Invitamos a la comunidad educativa que imparte desarrollos profesionales a ponerla en práctica y a compartir sus experiencias, para así evaluar su impacto en el aprendizaje de los docentes, así como de los estudiantes. Estas experiencias contribuirán a mejorar y expandir la propuesta, asegurando que responda a las necesidades reales de docentes y estudiantes.

Agradecimientos

Agradecemos a la National Science Foundation (NSF) por su apoyo financiero a través de la subvención #2321760. También expresamos nuestra gratitud a la Dra. Isabel Delgado Quiñones, al Dr. Jairo A. Ayala Godoy, al Dr. José M. Álvarez Cabán, al Dr. José L. Agosto Rivera y al Dr. Omar A. Hernández Rodríguez, por su valiosa colaboración.

Referencias

- Alcaraz, R., Ribera, M., y Granollers, T. (2020). La accesibilidad de los gráficos estadísticos para personas con baja visión y visión cromática deficiente: revisión de alcance y perspectivas. *Interacción, Revista digital de AIPO*, 1, 59-75.
- Batanero, C. (2006). Educación Estadística en la matemática escolar: retos para la enseñanza y la formación del profesor (documento de discusión). *Revista Iberoamericana de Educación Matemática, Santa Cruz de Tenerife*, 8, 63-75.
- Brooks, J. G y Brooks, M. G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Escandell, M., Fortea, M. y Castro, J. (2014). La brecha digital en las personas con discapacidad visual. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 489–498. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v1.396>
- Garibotti, G. M., Zacharias, D. R., Treuque, J., Guardamagni, A. L., Huaylla, C. A., Vega, R. M., Miori, G., y Viozzi, G. P. (2020). Una propuesta de enseñanza de estadística en la escuela secundaria mediante el abordaje de problemas comunitarios. *Contextos de Educación*, 28(20).
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994). *The new circles of learning: Cooperation in the classroom and school*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kang, H. S., Cha, J., & Ha, B. W. (2013). What should we consider in teachers' professional development impact studies? Based on the conceptual framework of Desimone. *Creative education*, 4(04), 11.

Gráficos estadísticos accesibles: desarrollo profesional utilizando datos reales

- Mace, R. L. (1998). Universal Design in Housing. *Assistive Technology*, 10(1), 21–28.
<https://doi.org/10.1080/10400435.1998.10131957>
- Pastor, C. A. (2019). Diseño Universal para el aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7449797>
- SAS Institute Inc. (2020). SAS Graphics Accelerator. Recuperado de <https://chromewebstore.google.com/detail/sas-graphics-accelerator/ockmipfaiiahknplnepcaogdillgoko>
- Schreiter, S., Friedrich, A., Fuhr, H., Malone, S., Brünken, R., Kuhn, J., & Vogel, M. (2024). Teaching for statistical and data literacy in K-12 STEM education: A systematic review on teacher variables, teacher education, and impacts on classroom practice. *ZDM–Mathematics Education*, 56(1), 31-45.
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa*. (pp. 228-277). Pearson.
- Slavin, R. (1999). *Grupo de estudio sobre aprendizaje cooperativo: aprendizaje cooperativo. teoría, investigación y práctica*. Aique Grupo Editor.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.