



Revista Educación
ISSN: 0379-7082
ISSN: 2215-2644
revedu@gmail.com
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

La enseñanza de la estadística para la investigación: algunas recomendaciones reflexionadas desde la praxis

Roque Hernández, Ramón Ventura

La enseñanza de la estadística para la investigación: algunas recomendaciones reflexionadas desde la praxis

Revista Educación, vol. 46, núm. 2, 2022

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44070055017>

DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.47569>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Internacional.

La enseñanza de la estadística para la investigación: algunas recomendaciones reflexionadas desde la praxis

Teaching Statistics for Research: some Recommendations Reflected from Praxis

Ramón Ventura Roque Hernández
 Universidad Autónoma de Tamaulipas, Nuevo Laredo,
 México
 rvhernandez@uat.edu.mx

DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.47569>
 Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44070055017>

 <https://orcid.org/0000-0001-9727-2608>

Recepción: 03 Agosto 2021
 Aprobación: 28 Noviembre 2021

RESUMEN:

Este ensayo presenta, desde la práctica y desde la experiencia de la persona autora, cinco aspectos recomendables que pueden contribuir a mejorar las experiencias de enseñanza-aprendizaje en la estadística para la investigación, objeto de este trabajo. Estos se resumen en: 1) presentar la estadística con una orientación a la investigación, no a las matemáticas; 2) enfocar la formación en la población investigadora y en las necesidades y decisiones que esta debe tomar; 3) reducir el uso de tablas estadísticas; 4) apoyarse en software estadístico; y 5) contextualizar la estadística como parte de una realidad entrelazada, multifacética y compleja. Estos cinco aspectos se sustentan en la literatura y en las recomendaciones de la Asociación Americana de Estadística. Se concluye que la estadística es una herramienta importante y útil para las comunidades investigadoras, que día a día se enfrentan a diversos retos al intentar estudiar los fenómenos sociales de un mundo complejo por naturaleza.

PALABRAS CLAVE: Educación, Enseñanza de la estadística, Personas investigadoras, Formación, Investigación aplicada.

ABSTRACT:

From the experience and practice of the author, this essay presents five recommendable aspects that would contribute to improve the teaching-learning experiences in statistics for research, object of this work. These are summarized in: 1) present statistics oriented towards research, not mathematics; 2) focus training on the research population and on the needs and decisions that it must make; 3) reduce the use of statistical tables; 4) rely on statistical software; and 5) contextualize statistics as part of an intertwined, multifaceted and complex reality. The literature and the recommendations of the American Statistical Association support those five aspects. Hence, the investigation concluded that statistics represent a relevant and useful tool for research communities, which face diverse challenges every day when trying to study the social phenomena of a complex world by nature.

KEYWORDS: Education, Statistics Education, Researchers, Training, Applied Research.

INTRODUCCIÓN

La actividad investigadora social de una persona puede estar centrada en un paradigma cuantitativo, o bien, puede consistir en una mezcla paradigmática influenciada por varias corrientes de pensamiento. Sin embargo, su formación no está exenta del encuentro con la estadística en algún momento. Devore (2016) explica que la metodología estadística la emplean investigadores e investigadoras de prácticamente todas las disciplinas, entre las que se encuentran la biología molecular, la ecología, la ingeniería de materiales, el *marketing*, la salud pública y la ingeniería civil, por mencionar algunas.

Para la población investigadora, la estadística es una herramienta que facilita la recolección, el análisis de datos y la extracción de conclusiones. Y es que una de las principales contribuciones de la estadística es utilizar una muestra para hacer estimaciones y probar hipótesis acerca de una población. A este proceso se le denomina inferencia (Anderson et al., 2011). Es posible aplicar métodos estadísticos a datos primarios, es decir, aquellos que se recolectan para un proyecto concreto, tal vez a través de un estudio de campo, o bien,

a datos secundarios, es decir, aquellos que provienen de otras fuentes y que fueron recolectados por alguien más para un propósito distinto al del proyecto actual (Zikmund et al., 2013). En cualquier caso, la estadística es útil, por ejemplo, para elegir las mejores formas de recolectar datos, caracterizar conjuntos de datos, evaluar relaciones, supuestos e hipótesis, obtener modelos y hacer estimaciones.

La investigación sobre la enseñanza de la estadística no es un sinsentido; por el contrario, se ha incrementado en las últimas décadas y se ha abordado desde diferentes enfoques (Ferreira-Monteiro y Teixeira-Lima de Carvalho, 2021). Esto es porque la estadística tiene un rol fundamental en el paradigma social cuantitativo y representa un reto importante para el estudiantado y para el personal investigador social. Además, la estadística hoy en día ha evolucionado, pues, aunque continúa relacionada con los datos para descubrir y apoyar la toma de decisiones, sus métodos se han expandido para contribuir efectivamente a la ciencia de datos contemporánea (Blanco, 2018).

Algunas investigaciones identifican la enseñanza de la estadística en la universidad como uno de los mayores desafíos en el campo de las Ciencias Sociales (Castillo-Riquelme, 2020). Esto puede deberse, entre otras razones, a que existe una gran variedad de pruebas que se aplican bajo distintas condiciones y supuestos. Por otra parte, en muchas ocasiones, la formación estadística ofertada tiene componentes teóricos más orientados a la demostración manual procedimental que a la aplicación práctica (Liu, 2017). Esto sucede aun cuando, en la cotidianidad de la investigación, el uso práctico de paquetes estadísticos es lo común. Además, por si esto fuera poco, no toda la comunidad investigadora tiene afinidad con la estadística ni habilidades suficientes para comprenderla o aplicarla. Liu (2017) expone que actualmente la enseñanza de la estadística suele ser deficiente, pues tiende a seguir el formato tradicional centrado en la enseñanza de la persona docente y el aprendizaje pasivo del alumnado, que se preocupa por aprender fórmulas matemáticas y teorías abstractas, lo cual no es compatible con las demandas prácticas de la realidad. Ahora bien, también es cierto que no existe un enfoque único en la enseñanza de la estadística para quienes no son especialistas. Existen perspectivas contrastantes que consideran factores y criterios diversos, como la madurez emocional e intelectual, las aspiraciones vocacionales y los intereses del estudiantado (MacDougall, 2021).

En este trabajo se presentan algunas reflexiones sobre la formación estadística del personal investigador social. En el siguiente apartado se abordan cinco prácticas que, en la experiencia del autor, han apoyado de manera positiva la formación estadística para la investigación. Posteriormente, se presentan las conclusiones y reflexiones finales.

DESARROLLO

1. Una estadística con orientación a la investigación, no a las matemáticas

Concebir la estadística como parte de las matemáticas resulta claro para unas personas y discutible para otras (Capaldi, 2019). No obstante, para las investigadoras e investigadores sociales, la estadística debería ser evidentemente aplicable al mundo real y a su propio marco de referencia. Es verdad que la estadística suele ser difícil de entender para muchas personas, pero bien puede lograrse un acercamiento sustancial a ella a través de ejemplos y ejercicios relacionados con el área de conocimiento en donde se desarrolla la persona investigadora. Durante las sesiones de clase es posible invertir tiempo en la explicación profunda de fórmulas, despejes y cálculos manuales. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, la población investigadora no necesita conocer todo eso para utilizar la estadística de manera práctica. Acerca de la enseñanza de la estadística, Molinero(1996) ya analizaba reducir tanto como fuera posible el contenido matemático del curso y reconocía que las matemáticas en la estadística tienen un papel importante que puede dejarse para cursos más avanzados. En este sentido, American Statistical Association (2016) recomienda integrar datos reales

siempre con un contexto y un propósito; además, también recomienda automatizar los cálculos a través de la tecnología para enfocarse más en la interpretación de los resultados.

En la misma línea de las recomendaciones de la Asociación Estadística Americana, a la población investigadora se le debe apoyar para comprender el pensamiento estadístico: el proceso investigativo involucrado en la resolución de problemas y la toma de decisiones. Todo esto enfocado a un entendimiento conceptual.

Esto no es sinónimo de una estadística ligera, sino de una actitud focalizada, inicialmente centrada en los conocimientos y habilidades que en realidad necesita el personal investigador para su labor. Por otra parte, he visto que, en muchas ocasiones, una vez que se ha logrado un entendimiento inicial básico y aplicado, es la misma comunidad investigadora quien busca profundizar en temas de su interés. Cuando esto ocurre, el aprendizaje, motivado por necesidades o intereses reales, suele ser significativo. Es que este nuevo aprendizaje profundo no se produce en medio del vacío. Por el contrario, tiene antecedentes bien fundamentados que permiten el nacimiento de nuevos brotes intelectuales. En este proceso, el personal docente debe saber que la enseñanza de la estadística para la investigación supone retos que pueden enfrentarse a través de la experiencia ajena. Por ejemplo, Zuur et al. (2010) identificaron problemas en la enseñanza de la estadística a investigadores e investigadoras ecologistas y propusieron un protocolo con estrategias prácticas basadas en la exploración de datos que evitan problemas en etapas posteriores del análisis. Este protocolo bien podría ser aplicado en otras áreas del conocimiento y no solo en la ecología.

2. Una estadística con enfoque especial en la población investigadora, en sus necesidades y en las decisiones que debe tomar

El inicio de la actividad investigativa está en las preguntas que merodean la mente de la persona investigadora. Cuando se intenta responder a estas interrogantes a través del análisis estadístico de datos, las personas investigadoras deben ser capaces de plantear preguntas que sean significativas, claras, que involucren correctamente las variables de interés y sus relaciones, y, sobre todo, que puedan contestarse con los datos de la investigación (Frischemeier y Leavy, 2020). De tal manera que la elaboración de preguntas es una actividad relevante y no trivial. Claro está que este es un reto que enfrenta el personal investigador antes de iniciar con los análisis estadísticos. Esta necesidad debe ser tomada en cuenta desde el principio de toda capacitación estadística que se le ofrezca.

Por otra parte, una de las aplicaciones de la estadística, especialmente útil para la administración, es la teoría de decisiones, la cual busca apoyar la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre (Levin y Rubin, 2010). En este sentido, se busca aplicar técnicas estadísticas de manera correcta para llegar a un resultado, el cual, finalmente, sustentará una decisión. Tal es el caso de las pruebas de hipótesis, en donde primero se define una hipótesis nula y otra alterna. Al realizar los análisis se obtendrán resultados que determinarán si se debe conservar una u otra. El investigador o la investigadora, además, debe tener claras las respuestas a preguntas como las siguientes: ¿Cuál técnica estadística es la apropiada? ¿La aplicación de la técnica es válida? ¿Se cumplen los requerimientos para su uso? ¿Los resultados tienen un significado práctico?

Las decisiones que debe tomar el personal investigador también incluyen la manera de presentar sus resultados, la interpretación de ellos, las implicaciones que tienen y las conclusiones y generalizaciones que permiten obtener los datos analizados. Tal como lo explica Pérez-Galindo (2013), si no se tiene la experiencia necesaria, los resultados estadísticos pueden ser difíciles de interpretar, aun cuando las técnicas se hayan aplicado correctamente. Además, añade Pérez Galindo, el uso de cualquier enfoque estadístico es válido solamente cuando se satisfacen los supuestos requeridos.

Otro aspecto que las investigadoras e investigadores deben conocer como parte de su formación es el comportamiento ético en la práctica de la estadística, el cual incide en muestreos, análisis, gráficas, resúmenes e interpretaciones tendenciosas o erróneas (Anderson et al., 2011).

Es importante no perder de vista todos estos aspectos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La docencia de la estadística debería estar guiada por las necesidades prácticas (Liu, 2017) para contribuir al desarrollo efectivo de las competencias reales requeridas por la población investigadora.

3. Reducir el uso de tablas estadísticas

La docencia tradicional de la estadística ha incluido la consulta de tablas de valores de referencia, las cuales han sido un recurso valioso, económico y conveniente en el pasado. Sin embargo, hoy en día bien puede reducirse su uso. De hecho, se recomienda omitirlas en cursos introductorios (Blanco, 2018). ¿Puede un grupo investigador social analizar datos sin utilizar procedimientos manuales ni tablas y aun así llegar a una conclusión correcta? La respuesta parece inclinarse hacia lo afirmativo. La razón es que el volumen de datos que se generan en las investigaciones suele ser grande para procesarse de manera manual. Incluso, si fuera posible hacerse manualmente, la proclividad al error sería alta y el proceso resultaría tedioso (Anderson et al., 2011).

Surge entonces la necesidad de utilizar software que aplique algoritmos de análisis a los datos. Estos programas informáticos proporcionan de manera rápida, completa y precisa, los valores necesarios para arribar a una conclusión. El software estadístico hace posible que la consulta de las tablas de referencia manual pueda reducirse y que el personal investigador se concentre, de esta manera, más en las interpretaciones que en los cálculos. En este sentido, American Statistical Association (2016) desalienta seguir utilizando las tablas estadísticas, incluso como tema de evaluación para el estudiantado, pues considera que estas habilidades no reflejan la práctica estadística moderna. Además, considera apropiado un cambio que implica dejar de calcular p valores para concentrarse en su correcta interpretación. Esto es, privilegiar el uso de métodos computacionales para encontrar los valores p y quitar énfasis a las tablas de probabilidad clásicas (American Statistical Association, 2016).

4. Maximizar el uso de software estadístico.

El uso de software estadístico confiable, accesible y fácil de utilizar es fundamental en la práctica de la investigación. Por supuesto que en la docencia también lo es.

Al respecto, Sto-Tomas et al. (2019) explican que el uso de la tecnología en la enseñanza de una asignatura como la estadística promueve actitudes favorables y positivas en el estudiantado. Por su parte, American Statistical Association (2016) expone que el alumnado debe ser capaz de interpretar y extraer conclusiones de la salida de programas estadísticos y, además, debe tener numerosas oportunidades para analizar datos con la mejor tecnología disponible, siendo preferible el uso de software estadístico funcional en múltiples plataformas, que tenga funcionalidades interactivas y en donde sea sencillo introducir datos y repetir análisis.

En este sentido, existe una gran variedad de programas informáticos que realizan análisis estadísticos (Karaokur et al., 2019). Algunos tienen licencia propietaria, esto es, su uso requiere un pago. Otros son gratuitos y de uso libre. En este sentido, por ejemplo, SPSS —Statistical Package for the Social Sciences— (International Business Machines [IBM], 2021) (ver Figura 1) es un programa muy utilizado en instituciones alrededor del mundo, pero las características de su licencia de alto costo promueven su uso ilegal entre el estudiantado y personal investigador, lo cual es una desventaja (Rybenska et al., 2014). El objetivo de la docencia no es promover el uso inapropiado o riesgoso del software, por lo que, si no se cuenta con

una licencia legal, es recomendable utilizar otras alternativas que proporcionen la misma funcionalidad de manera gratuita.

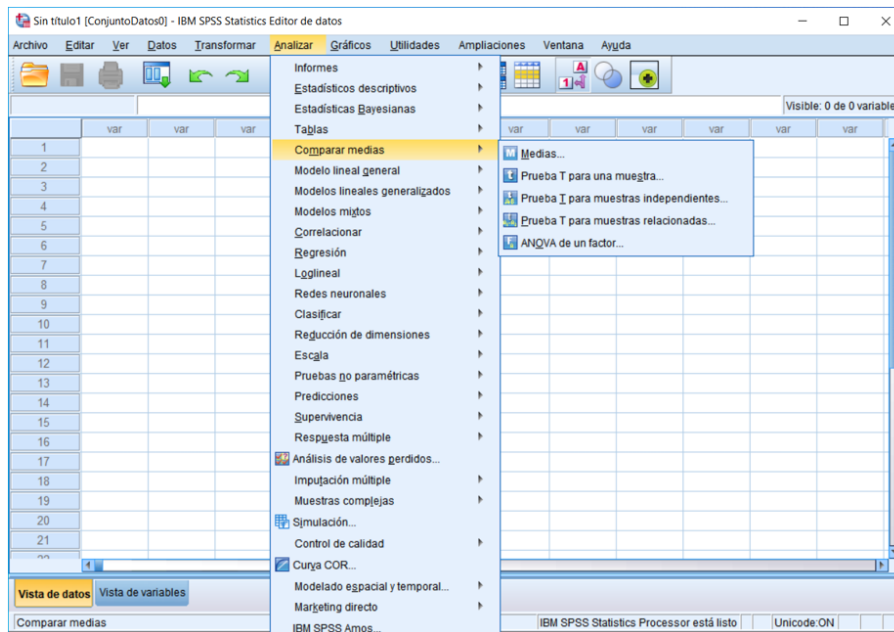


FIGURA 1.
Interfaz de usuario de SPSS

Fuente: elaboración propia a partir de la interfaz del programa SPSS (International Business Machines [IBM], 2021).

Por ejemplo, existe un programa llamado PSPP (GNU-Software, 2021) (ver Figura 2), cuyo nombre invierte las letras . y . de SPSS. Este software es gratuito y tiene la característica de que sus creadores están intentando diseñar una interfaz similar al programa SPSS. Esto incluye sus menús y opciones, pero también sus algoritmos. SPSS es un software veterano y muy experimentado que cuenta con una gran cantidad de funciones difíciles de duplicar en el corto plazo. Probablemente, en el futuro PSPP logre su objetivo. Sin embargo, por ahora, PSPP implementa, a través de su interfaz, solo un subconjunto de la vasta cantidad de opciones que ofrece SPSS. Aun así, ha logrado evolucionar como un recurso valioso para instituciones educativas, organizaciones gubernamentales y de cualquier tipo que requieran un software de análisis de datos gratuito y que se aprenda con facilidad (Yagnik, 2014). PSPP ha resultado ser útil tanto para docentes como para el alumnado (Boykova y Ivanova, 2016). De acuerdo con la investigación de Sto-Tomas et al. (2019), la población estudiantil se interesa más en el aprendizaje de la estadística si utiliza PSPP, lo cual resulta en el mejoramiento de su desempeño académico.

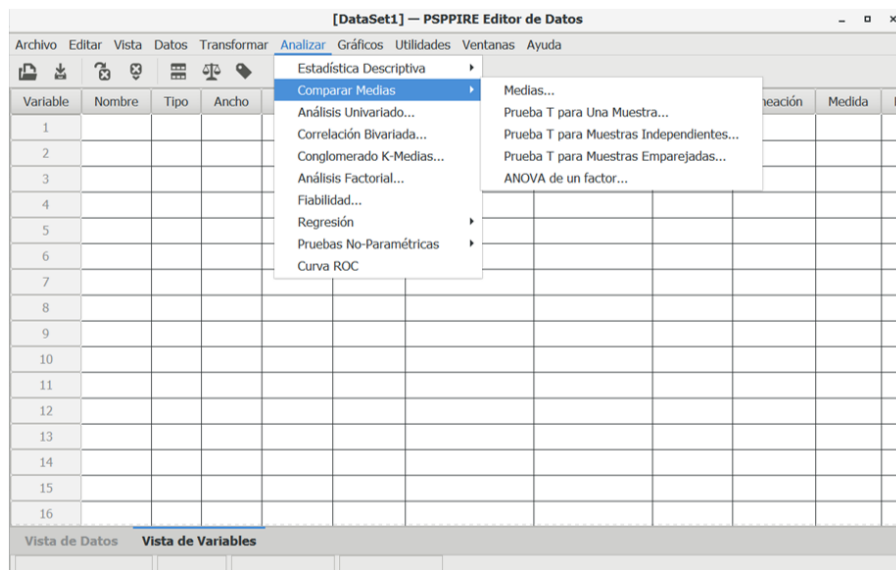


FIGURA 2.
Interfaz gráfica de PSPP

Fuente: elaboración propia a partir de la interfaz del programa PSPP (GNU-Software, 2021).

El lenguaje R es otra alternativa que es libre y gratuita. La primera versión surgió en el año 2000 (Niewiadomski y Niewiadomska, 2011). Su uso a través de R Studio (R-Studio, 2021) (ver Figura 3) está muy difundido entre la comunidad científica. Sin embargo, como está basado en instrucciones de código y sintaxis de programación, no toda la comunidad investigadora social se siente cómoda con su uso. El lenguaje R es muy potente y eso ha impulsado a otros programas a utilizarlo en mayor o menor medida para el procesamiento estadístico de los datos. Tal es el caso de Jamovi o JASP.

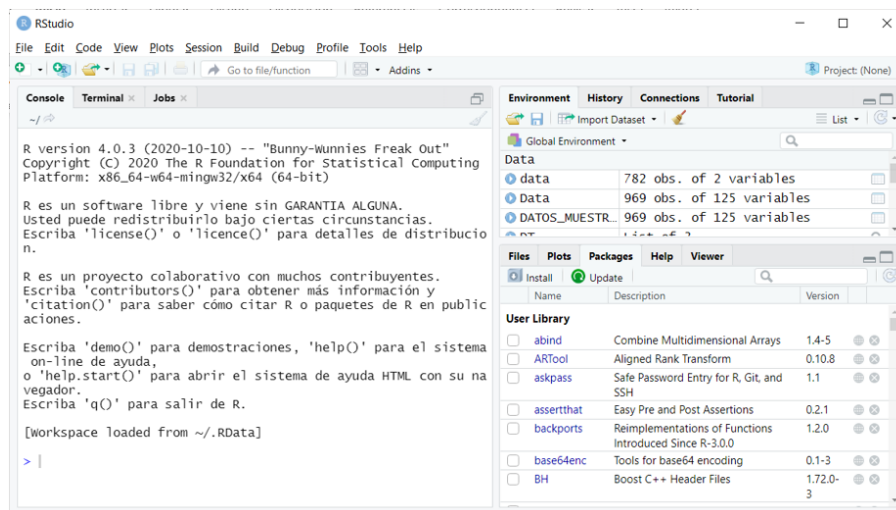


FIGURA 3.
Interfaz gráfica de RStudio.

Fuente: elaboración propia a partir de la interfaz del programa PSPP (R-Studio, 2021).

Jamovi (Jamovi, 2021) (ver Figura 4) y JASP (JASP, 2021) (ver Figura 5) son programas que tienen un alto potencial para procesar datos y que al mismo tiempo tienen interfaces gráficas e intuitivas con menús y opciones. Esto puede facilitar su uso en las asignaturas estadísticas. Además, la utilización de estos programas no involucra un costo económico. Tanto Jamovi como JASP funcionan a través de módulos que se instalan separadamente para agregar técnicas especializadas a la funcionalidad base del software, según se requiera.

JASP puede incluso realizar análisis factoriales, modelos de ecuaciones estructurales y técnicas de aprendizaje automatizado.

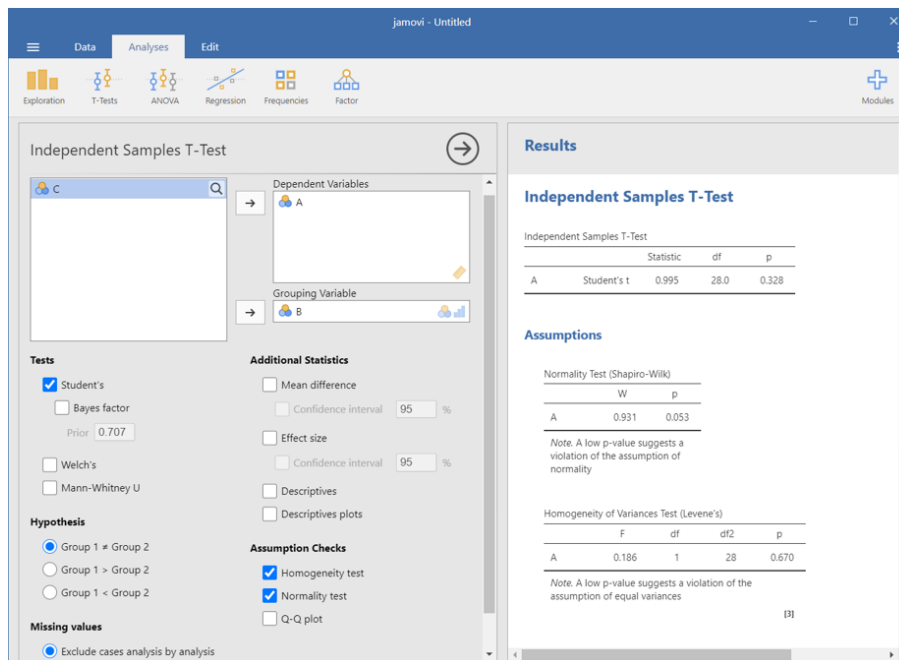


FIGURA 4.
Interfaz gráfica de JAMOVI

Fuente: elaboración propia a partir de la interfaz del programa Jamovi (Jamovi, 2021).

Figura 5.

A grandes rasgos, los análisis generan los mismos resultados en un programa o en otro. Sin embargo, de acuerdo con el software utilizado, varía el formato en el que se introducen los datos, las opciones de configuración de las pruebas, la cantidad de resultados que se generan, el formato en el que estos se presentan y las posibilidades de reutilizar las salidas. Es así como, por ejemplo, las gráficas y las tablas obtenidas a través del programa estadístico pueden trasladarse con facilidad al reporte de investigación.

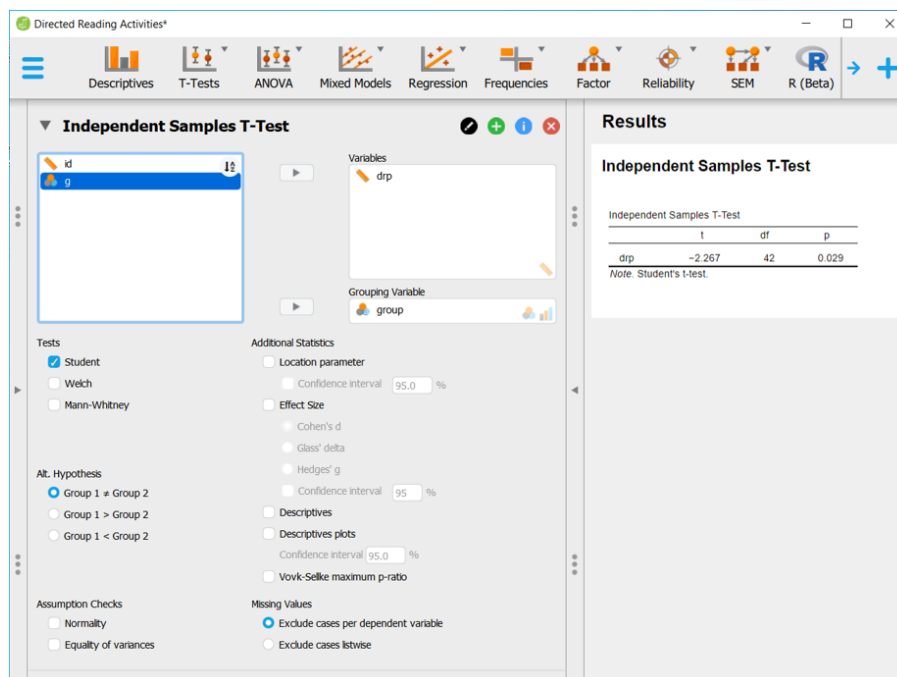


FIGURA 5.
Interfaz gráfica de JASP

Fuente: elaboración propia a partir de la interfaz del programa JASP (JASP, 2021).

5. Contextualizar la práctica estadística en un mundo complejo

De acuerdo con Edgar Morin (Morin, 1994), la realidad es compleja, multifacética y entrelazada. Es así como enfoques como la estadística, tienden a reducir esta realidad para poder entenderla. Sin embargo, en este proceso de reducción hay pérdida importante de información y de contextos, ya que se imponen restricciones que producen resultados hiper especializados que, en lugar de enlazar, segregan el conocimiento. Para evitar perspectivas imprecisas, firmes y cerradas sobre los enfoques y hallazgos, que impidan aceptar concepciones multidimensionales y reconciliadoras de la realidad, es recomendable destacar los contextos y las relaciones. De esta manera, es necesario percibir que el mundo real suele ser mucho más multidimensional que un solo resultado estadístico. Asimismo, es importante reconocer las limitaciones de los estudios, de la estadística, de sus enfoques e interpretaciones (Lakens, 2021) y del paradigma en el cual se inserta cada trabajo. Al interiorizar la incapacidad humana para entender y saberlo todo, se incrementa la humildad científica y esto es motivante para enriquecer toda perspectiva con nuevos planteamientos.

CONCLUSIONES

La estadística es una herramienta útil que facilita el análisis de datos y la extracción de conclusiones. Sin embargo, puede representar un reto importante para el personal investigador social debido a la gran variedad de técnicas y prerrequisitos a su perfil individual o a la manera en la que se ha desarrollado su formación académica. Por esta razón, desde el aula se deben impulsar los aprendizajes significativos y contextualizados. La enseñanza de la estadística debe adaptarse a los tiempos contemporáneos y adoptar enfoques prácticos con el apoyo de la tecnología para desarrollar las habilidades para resolver problemas contextualizados. De esta manera, se recomienda conducir una docencia centrada en necesidades reales para contribuir al desarrollo efectivo de las competencias requeridas por la población investigadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Statistical Association. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education: College report* [Directrices para la evaluación y la enseñanza de la estadística: Informe de la universidad]. American Statistical Association. https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/gaisecollege_full.pdf
- Anderson, D., Sweeney, D. y Williams, T. (2011). *Estadística para negocios y economía*. (11 ed.). Cengage Learning.
- Blanco, A. (2018). Directrices y recursos para la innovación en la enseñanza de la Estadística en la universidad: una revisión documental. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 251-267. <https://doi.org/10.4995/redu.2018.9372>
- Boykova, K. y Ivanova, V. (2016, 24-25 de noviembre). *Test score analysis via the statistical program PSPP* [Análisis de los resultados de las pruebas mediante el programa estadístico PSPP] [Conferencia]. Scientific Conference: Innovative ICT in Business and Education: Future Trends, Applications and Implementation, Pamporovo, Bulgaria.
- Capaldi, M. (2019). Mathematics Versus Statistics [Matemáticas contra estadística]. *Journal of Humanistic Mathematics*, 9(2), 149–156. <https://doi.org/10.5642/jhummath.201902.10>
- Castillo-Riquelme, V. (2020). Enseñanza de la estadística inferencial mediante una aplicación móvil. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 23(2), 233–258.
- Devore, J. (2016). *Probabilidad y estadística para la ingeniería y ciencias*. (9 ed.). Cengage Learning.
- Ferreira-Monteiro, C. E. y Teixeira-Lima de Carvalho, L. M. (2021). Statistics education from the perspective of statistical literacy: Reflections taken from studies with teachers [La enseñanza de la estadística desde la perspectiva de la alfabetización estadística: Reflexiones extraídas de estudios con profesores]. *The Mathematics Enthusiast*, 18(3), 612–640.
- Frischemeier, D. y Leavy, A. (2020). Improving the quality of statistical questions posed for group comparison situations [Mejorando la calidad de las preguntas estadísticas planteadas para las situaciones de comparación de grupos]. *Teaching Statistics*, 42, 58–65. <https://doi.org/10.1111/test.12222>
- GNU-Software. (2021). *PSPP*. <https://www.gnu.org/software/pspp/>
- International Business Machines [IBM]. (2021). *SPSS*. <https://www.ibm.com/mx-es/products/spss-statistics>
- Jamovi. (2021). *Jamovi*. <https://www.jamovi.org/>
- JASP. (2021). *JASP*. <https://jasp-stats.org/>
- Karaokur, O. F., Kaya, F. Yavuz, E. y Yenipinar, A. (2019). Comparison of Commonly Used Statistics Package Programs [Comparación de los programas de paquetes estadísticos más utilizados]. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 2(1), 26–32.
- Lakens, D. (2021). The Practical Alternative to the p Value Is the Correctly Used p Value [La alternativa práctica al valor p es el valor p correctamente utilizado]. *Perspectives on Psychological Science*, 16(3), 1–10. <https://doi.org/10.1177/1745691620958012>
- Levin, R. y Rubin, D. (2010). *Estadística para administración y economía*. (7 ed.) Pearson.
- Liu, Z. (2017). Teaching reform of business statistics in college and university [Reforma de la enseñanza de la estadística empresarial en el colegio y la universidad]. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(10), 6901–6907. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78537>
- MacDougall, M. (2021). Innovations and challenges in the teaching of statistics to non- specialists [Innovaciones y retos en la enseñanza de la estadística a los no especialistas]. *Journal of University Teaching & Learning Practice Volume*, 18(2), 1-6.
- Molinero, C. M. (1996). Rethinking statistics teaching for operational research [Repensar la enseñanza de la estadística para la investigación de operaciones]. *Journal of the Operational Research Society*, 47(6), 723–730. <https://doi.org/10.1057/jors.1996.93>
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

- Niewiadomski, A. y Niewiadomska, E. (2011). Free and open software for applied statistics. A comparison and a case study in biometrics [Software libre y abierto para la estadística aplicada. Una comparación y un estudio de caso en biometría]. *Journal of Applied Computer Science*, 19(1), 65–83.
- Pérez-Galindo, R. (2013). *Estadística aplicada*. Trillas.
- R-Studio. (2021). *R Studio*. <https://www.rstudio.com/>
- Rybenska, K., Sedivy, J. y Kudova, L. (2014). Comparative analysis of the use of open source software in teaching of data processing [Análisis comparativo del uso de software de código abierto en la enseñanza del procesamiento de datos]. *International Journal of Education and Information Technologies*, 8, 130–137. <http://www.naun.org/main/NAUN/educationinformation/2014/a062008-085.pdf>
- Sto-Tomas, M., Tindowen, D. J., Mendezabal, M. J., Quilang, P. y Agustin, E. T. (2019). The use of PSPP software in learning statistics [El uso del software PSPP en el aprendizaje de la estadística]. *European Journal of Educational Research*, 8(4), 1127–1136. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.4.1127>
- Yagnik, J. (2014). Pspp A Free And Open Source Tool For Data Analysis [PSPP, una herramienta gratuita y de código abierto para el análisis de datos]. *Voice of Research*. 2(4), 73–76.
- Zikmund, W., Babin, B., Carr, J. y Mitch, G. (2013). *Business Research Methods* [Métodos de investigación para los negocios]. (9 ed.). Cengage Learning.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N. y Elphick, C. S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems [Un protocolo de exploración de datos para evitar problemas estadísticos comunes]. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210x.2009.00001.x>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Cómo citar: Roque-Hernández, R. V. (2022). La enseñanza de la estadística para la investigación: algunas recomendaciones reflexionadas desde de la praxis. *Revista Educación*, 46(2). <http://doi.org/10.15517/revdu.v46i2.47569>