

---

## INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS PARA LA FORMACIÓN DEL CIUDADANO CRÍTICO

---

**Lucía Zapata-Cardona**

[lucia.zapata1@udea.edu.co](mailto:lucia.zapata1@udea.edu.co)

Universidad de Antioquia (Colombia)

### RESUMEN

*En esta conferencia se discute la formación de la ciudadanía crítica a partir de las investigaciones estadísticas en el aula. Inicialmente, se presenta el problema en la enseñanza tradicional de la estadística y las implicaciones que tiene para el conocimiento de los estudiantes. Seguidamente se discute el concepto de ciudadanía crítica y se hace una presentación del constructo investigaciones estadísticas en el aula. La conferencia termina con la presentación de algunos ejemplos de investigaciones estadísticas que han sido exitosos en la formación de la ciudadanía crítica.*

### PALABRAS CLAVES

Investigaciones estadísticas, Ciudadanía crítica, Estadística escolar.

### INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la estadística en el sistema escolar colombiano se ha caracterizado por privilegiar un conocimiento técnico del área con un marcado interés por el dominio de conceptos y técnicas estadísticas que poco ayudan a los estudiantes a la solución de problemas del mundo. Así lo han mostrado Zapata-Cardona (2014) y Zapata-Cardona y Rocha (2016) quienes al estudiar minuciosamente las tareas y las preguntas que los profesores proponen a sus estudiantes en la clase de estadística encontraron que hay una fuerte tendencia a favorecer la solución de algoritmos más que la solución de problemas. Esta tradición sigue vigente a pesar del llamado incesante de la comunidad de educadores estadísticos a transformar la enseñanza de la estadística en procesos que se centren en el desarrollo del razonamiento estadístico en contextos reales que simulen la práctica diaria de los profesionales estadísticos (White y Gorard, 2017).

La enseñanza de la estadística en las aulas se ha vivido desarticulada del mundo. Los estudiantes, en su paso por la educación obligatoria, aprenden conceptos y procedimientos estadísticos que son incapaces de usar en situaciones cotidianas. Es decir, el conocimiento estadístico escolar es un amplio cúmulo *inerte* (Bakker y Derry, 2011) de conceptos, reglas y procedimientos que son inútiles cuando los estudiantes se enfrentan al mundo por fuera de la escuela. Esta dicotomía entre el conocimiento escolar y el

conocimiento por fuera de la escuela ha sido ampliamente discutida e ilustrada en la literatura en educación. Dos ejemplos conocidos describen la habilidad para el cálculo mental de los niños vendedores de dulces en las calles de Recife-Brasil que fue muy superior a la de los niños escolarizados de la ciudad (Carraher, Carraher y Schliemann, 1985), y las múltiples dificultades de jóvenes de educación técnica vocacional para usar su conocimiento *estadístico escolarizado* en una situación del mundo laboral en un laboratorio clínico (Bakker y Akkerman, 2014).

Las nuevas tendencias en Educación Estadística sugieren una consideración del contexto como una característica esencial en los diseños didácticos para vincular los dos mundos en los que se mueven los estudiantes (Pfannkuch, 2011). Esta consideración del contexto va en coherencia con la práctica diaria de los estadísticos profesionales quienes parten de situaciones reales, las estudian y las modelan para comprenderlas y para hacer predicciones en escenarios reales. Los estadísticos profesionales no emprenden tareas simples, estructuradas, ni sobre-simplificadas como las que aparecen en un libro de texto. Por el contrario, las tareas con las que se enfrentan los estadísticos profesionales están llenas de complejidad y oscuridad. El desafío de los estadísticos profesionales en su práctica diaria es buscar formas de cuantificar la incertidumbre para entender la realidad y que permitan explicar, describir, estimar y predecir fenómenos.

En esta conferencia se describen y discuten las *investigaciones estadísticas* en el aula, como una propuesta educativa para superar las limitaciones que se han encontrado en la enseñanza de la estadística. En ellas, el mundo por fuera de la escuela se vincula con el mundo escolar para superar esa naturaleza *inerte* del conocimiento que se ha privilegiado en los procesos de enseñanza. Las investigaciones estadísticas toman con seriedad los contextos en los cuales se inscriben los problemas que se llevan al aula para ser discutidos, modelados y solucionados (Barbosa, 2006). Los contextos no son exclusivamente un pretexto para inscribir procedimientos estadísticos sino para la formación de la ciudadanía crítica en la cual los estudiantes dejan de ser observadores del mundo para convertirse en participantes y transformadores de las crisis sociales (Skovsmose, 1999). Por tal razón los contextos no pueden ser artificiales ni ficticios sino que deben tocar de cerca el mundo en el que se mueve el estudiante (Barbosa, 2006). En las investigaciones estadísticas no solo se atiende la dimensión *objetiva* del saber estadístico sino la dimensión humana – *subjetiva*– de los estudiantes y su participación en sociedad (Radford, 2018).

## LA CIUDADANÍA CRÍTICA

La formación del ciudadano crítico está inspirada en los presupuestos de la educación crítica que tuvo origen en la escuela de Frankfurt, en la cual se asume que el saber y el conocimiento son producto de los intereses y necesidades desplegados en las actividades humanas (Guerrero, 2008). De acuerdo a Adorno (1971) la educación crítica no puede

limitarse únicamente a la entrega de información, sino que es una fuerza social y política que evita que se cometan injusticias y se violen Derechos Humanos. En el siglo de las Luces, la crítica, como el uso de la razón, surgió como un arma de batalla para combatir la superstición que reinaba en la época. Kant (1928) fue uno de los primeros autores que introdujo el término crítica en su texto “crítica de la razón pura”. En este tratado, Kant asocia la crítica con la razón. En contraste, Karl Marx hizo una interpretación materialista de la noción de crítica que aparecía en la obra de Hegel. En una línea de pensamiento influenciada por otras condiciones culturales, Paulo Freire (citado por Skovsmose, 2007) propone que las personas no solo deben ser afectadas por los procesos políticos, sino que deben verse a sí mismos como participantes de esos procesos.

Crítica, entonces, se ha entendido como la actividad tanto de juzgar como de salir de un dilema. Así, ser crítico significa prestarle atención a una situación crítica, identificarla, tratar de captarla, comprenderla y reaccionar frente a ella. Ser crítico significa enfocarse en una situación crítica y buscar alternativas de solución, tal vez reveladas por la situación misma. Skovsmose (1999) inspirado en las ideas de Giroux plantea que “la escuela debe educar a los estudiantes para ser *ciudadanos críticos*, preparados para correr riesgos, desafiar y creer que sus acciones pueden marcar una diferencia en la sociedad” (p. 26).

Considerando estos fundamentos, la ciudadanía crítica puede ser entendida como una cualidad del pensamiento que soporta ciudadanos conscientes en lo ambiental, social, político y económico y desarrolla disposiciones críticas hacia el mundo en el que viven (Stillman, Brown, Faragher, Geiger, y Galbraith, 2013). La ciudadanía crítica se forma a partir del estudio profundo de las crisis de la sociedad tales como: represión, conflicto, contradicción, miseria, desigualdad, devastación ecológica y explotación y a partir de su intento por superarlas.

## INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS EN EL AULA

Las *investigaciones estadísticas* en el aula son una propuesta didáctica que nace como respuesta al desafío de superar la separación entre el mundo de la escuela y el mundo de afuera (llamado así por D’ Ambrosio, 1999). Al mismo tiempo son una manera holística y práctica para organizar la enseñanza de la estadística y su principal objetivo es aportar al desarrollo de la ciudadanía crítica de los estudiantes mientras integra el conocimiento técnico de la estadística con el conocimiento del contexto. En la literatura en educación estadística se encuentran diversos autores inscritos en la perspectiva crítica que proponen formas similares de organización de la enseñanza a las que llaman proyectos (ver por ejemplo Biajone, 2006; y Campos, 2016). No obstante, la expresión *investigaciones estadísticas* es mucho más integral al resaltar ese proceso investigativo que tiene lugar cuando los estudiantes exploran y comprenden esos dilemas sociales e intentan reaccionar de manera crítica ante ellos en busca de soluciones. Las *investigaciones estadísticas* están

inspiradas en la matemática crítica que sostiene que el objetivo de la enseñanza es el desarrollo de la ciudadanía crítica. No obstante también integra importantes desarrollos de la educación estadística tales como: los procesos investigativos (Wild y Pfannkuch, 1999), la naturaleza de la práctica estadística (Bakker y Akkerman, 2014), los procesos de resolución de problemas (Franklin, y otros, 2007), la ambigüedad de los problemas reales (Makar y Fielding-Wells, 2011), el desarrollo del pensamiento estadístico (MacGillivray & Pereira-Mendoza, 2011; Wild & Pfannkuch, 1999), y la consideración de la variación en los fenómenos aleatorios (Franklin, y otros, 2007).

Para que las *investigaciones estadísticas* puedan considerarse una posibilidad para el desarrollo del ciudadano crítico deben: apoyar la construcción de las nociones estadísticas (conceptos, herramientas, procedimientos, software), aplicar esas nociones estadísticas en diferentes contextos de dilemas sociales (políticos, ambientales, económicos), y generar reflexiones sobre esas aplicaciones. Es crucial organizar la enseñanza de la estadística a partir de contextos sociales críticos que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades en el manejo de herramientas estadísticas, pero también formar su consciencia social. En las *investigaciones estadísticas* se resalta el poder formativo de la estadística y su condición de actividad humana. Las *investigaciones estadísticas* no se centran únicamente en los saberes sino en la dimensión social de los seres (en el sentido de Radford, 2018) como usuarios de la estadística. Pues consideran que los aprendices no solo actúan en el mundo en términos de su dimensión cognitiva-psicológica, sino que participan en su mundo social-económico-político-histórico-cultural (como ha sido discutido por Valero, 2002).

Una de las características importantes de las *investigaciones estadísticas* es que promueve un conocimiento articulado de la ciencia con el mundo. Pues los conceptos y procedimientos siempre están en relación con dilemas sociales y es una apuesta por articular el conocimiento escolar con el conocimiento producido en el mundo por fuera de la escuela (D'Ambrosio, 1999). Las *investigaciones estadísticas* son una propuesta para superar el conocimiento estadístico como un saber instrumental, fuertemente conectado con un simbolismo bien estructurado, y busca que los implicados en el aprendizaje participen en la construcción de su conocimiento, pero también en la interpretación y transformación de sus contextos. En este sentido la enseñanza de la estadística mediante las *investigaciones estadísticas* en el aula es esencialmente una contribución a la construcción de una sociedad más democrática.

## EJEMPLOS DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS

A continuación, se presentan algunos ejemplos de investigaciones estadísticas que se han usado en la enseñanza de la estadística y han sido exitosos tanto para la formación de conceptos científicos como para la formación de la conciencia crítica de los estudiantes.

### 1. *Discriminación en la recomendación para ascenso*

Esta investigación fue sugerida por Scheaffer y colegas (1996) y se fundamenta en resultados reales de un estudio sobre discriminación en contra de la mujer (Rosen y Jerdee, 1974). En este escenario, a 48 hombres gerentes de banco se les dio la misma hoja de vida y se les preguntó si la persona en cuestión debería ser o no recomendada para ascenso. Las hojas de vida fueron idénticas excepto que la mitad de ellas se les marcó como pertenecientes a mujeres y la mitad como pertenecientes a hombres. De los 24 hombres, 21 fueron recomendados para ascenso mientras que de las 24 mujeres 14 fueron recomendadas para ascenso. La pregunta estadística que se plantea para orientar la discusión es: ¿Hay evidencia estadística para sospechar de discriminación en contra de la mujer o los resultados pueden ser debidos únicamente al azar?

Con esta investigación estadística los estudiantes abordan diferentes conceptos y procedimientos estadísticos a saber: contraste de hipótesis, distribuciones de probabilidad (híper-geométrica y chi-cuadrado), hipótesis nula, valor-p (nivel de significancia), error tipo I y error tipo II, sensibilidad y especificidad de la prueba, potencia de la prueba, simulaciones usando manipulativos y software, distribuciones de probabilidad experimental y distribución teórica.

Además de los aspectos técnicos propios de la estadística, con esta investigación los estudiantes se apoyan en datos reales de un estudio empírico para discutir y contrastar el fenómeno de discriminación en contra de la mujer. Este escenario es una oportunidad para que los estudiantes estudien, entiendan y problematicen el fenómeno discriminatorio en contra de la mujer que en muchos casos la sociedad oculta y naturaliza a menos que la escuela lo ponga en cuestión. Muchos estudiantes terminan esta investigación estadística con una lista de mecanismos para evitar la discriminación en contra de la mujer en diferentes escenarios.

### 2. *Emisiones de CO<sub>2</sub> en el mundo*

En esta investigación se estudian empíricamente datos del Banco Mundial sobre la emisión de CO<sub>2</sub> y el producto interno bruto (PIB) por país. La pregunta estadística que orienta la discusión es: ¿Existe relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el producto interno bruto de los países?

Con esta investigación los estudiantes tienen la oportunidad de explorar conceptos y procedimientos estadísticos tales como: regresión lineal, variable predictiva y variable explicativa, coeficiente de regresión lineal, coeficiente de determinación, pendiente de la recta de regresión, ecuación de regresión lineal, estudios observacionales, asociación y causalidad.

Además del aporte instrumental de algunas herramientas estadísticas, con el estudio profundo de este escenario social, los estudiantes tienen la oportunidad de usar datos reales para discutir la relación del aumento del producto interno bruto con la producción de CO<sub>2</sub>. También tienen la posibilidad de discutir la conveniencia o no del modelo de regresión lineal para estudiar relaciones de asociación y de causación. Además, el escenario ofrece la posibilidad de explorar hipótesis para contribuir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### 3. *Uso del celular y tiempo de reacción*

En esta investigación estadística se usan los datos de un estudio llevado a cabo por Strayer y colegas (2005) en el cual estudiaron si el tiempo de reacción de los conductores era afectado por el uso del celular. En este estudio, 64 estudiantes voluntarios de la Universidad de Utah fueron asignados aleatoriamente al grupo control o al grupo experimental. Se usó un simulador de conducción y a los estudiantes se les pedía que oprimieran el freno cuando veían la luz roja. El grupo control escuchaba la radio, pero el grupo experimental conversaba de una situación política a través del teléfono celular con otro participante en otro salón. A cada participante se le midió el tiempo de reacción promedio en todos los ensayos. El tiempo de reacción fue medido en milisegundos.

En esta investigación estadística los estudiantes hacen un análisis exploratorio de datos para intentar encontrar diferencias sustanciales entre el grupo control y el grupo experimental. Los estudiantes tienen la oportunidad de llevar a cabo contrastes de hipótesis, discutir las diferencias entre estudio observacional y estudio experimental y de correr pruebas de diferencias de medias para poblaciones comparables. También se acercan al estudio de la distribución *t* de *Student* y la distribución normal.

Las reflexiones sobre este escenario han llevado a los estudiantes a discutir las implicaciones prácticas de la falta de atención en una actividad que requiere extrema concentración como la conducción. Dichas implicaciones han aportado al desarrollo de la consciencia de los estudiantes sobre su responsabilidad al conducir.

### 4. *¿Se está calentando nuestra casa?*

En esta investigación estadística los estudiantes toman como referencia datos históricos del concurso *Nenana Ice Classic*. El concurso busca que los participantes apuesten el día y hora exactos en el cual el río Tenana (en Alaska) se quiebra después de haber estado congelado en el invierno. El concurso empezó como un juego entre empleados de ferrocarril y se fue extendiendo paulatinamente. Actualmente, tiene datos históricos por más de 100 años.

En esta investigación estadística, los estudiantes tienen la posibilidad de llevar a cabo un análisis exploratorio de datos, estudiar series de tiempo, correr contrastes de hipótesis realizar simulaciones (con manipulativos y con software), encontrar e interpretar el valor- $p$  y discutir la significancia estadística. También se acercan al estudio de la distribución binomial como un modelo útil para contrastar fenómenos físicos. Además de aportar elementos para el estudio de técnicas estadísticas, este escenario apoya el desarrollo de la conciencia ambiental sobre el calentamiento global. Los datos empíricos revelan que hay un calentamiento global que es estadísticamente significativo y que no es debido al azar sino a otras fuentes. Es una oportunidad para poner en cuestión el aporte del ser humano al deterioro ambiental. Muchos estudiantes terminan esta investigación estadística con una lista de acciones para contribuir a la conservación y cuidado ambiental.

## CONCLUSIONES

En esta conferencia se quiso mostrar el potencial de las *investigaciones estadísticas* como una alternativa para organizar la enseñanza que respondiera a las tensiones que ha presentado la literatura en educación estadística. Dichas tensiones señalan la separación del mundo escolar con el mundo por fuera de la escuela mediante contextos ficticios y artificiales que aportan poco al desarrollo de la ciudadanía crítica. Al conectar al estudiante con crisis sociales, políticas, económicas, ambientales se da la oportunidad de armonizar el componente técnico e instrumental de la estadística con su contribución al desarrollo de una sociedad más democrática. Con las investigaciones estadísticas, los estudiantes pueden simular la práctica diaria de los estadísticos profesionales y desarrollar una visión mucho más sensata de la estadística como una herramienta útil para cuantificar la incerteza propia de los fenómenos aleatorios. En consecuencia, la estadística surge como una herramienta para estudiar, entender y transformar las crisis sociales mucho más allá que un simple cúmulo de herramientas técnicas. Después de todo el conocimiento estadístico institucionalizado es una producción cultural y se da de manera oculta en las prácticas de grupos culturales, grupos étnicos y grupos de trabajadores como una práctica social. Una de las contribuciones más importantes de las *investigaciones estadísticas* es que los estudiantes dejan de asumirse como observadores de los contextos sociales, económicos, políticos y ambientales en los que viven para convertirse en participantes y transformadores de su mundo.

## REFERENCIAS

- Adorno, T. W. (1971). *Erziehung zur Mündigkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bakker, A., & Akkerman, S.F. (2014). A boundary-crossing approach to support students' integration of statistical and work-related knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 86, 223–237. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9517-z>
- Bakker, A., & Derry, J. (2011). Lessons from inferentialism for statistics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 13, 5-26.

- Barbosa, J. (2006). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM—The International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 293-301.
- Biajone, J. (2006). *Trabalho de Projetos: possibilidades e desafios na formação formação estatística do Pedagogo [Trabajo de proyectos: posibilidades y desafíos en la formación estadística del pedagogo]*. Campinas, SP: Tesis de maestría no publicada. Facultad de Educación Universidad Estatal de Campinas - UNICAMP.
- Campos, C. R. (2016). La educación estadística y la educación crítica. *Segundo Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (2º ECEE)*. Bogotá, Colombia.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985), Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29. doi:10.1111/j.2044-835X.1985.tb00951.x
- D'Ambrosio, U. (1999). Literacy, matheracy and technocracy: A trivium for today. *Mathematical thinking and learning*, 1(2), 131-153.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., & Perry, M. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A pre-K-12 curriculum framework [Guía para la evaluación e instrucción en educación estadística]*. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- Guerrero, O. (2008). Educación matemática crítica. Influencias teóricas y aportes. *Evaluación e Investigación*, 1(3).
- Kant, I. (1928). *Crítica de la razón pura*. Madrid: Librería General de Victoriano Suárez.
- MacGillivray, H., & Pereira-Mendoza, L. (2011). Teaching statistical thinking through investigative projects. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading, *Teaching statistics in school mathematics—Challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/IASE Study* (pp. 109-120). Springer Science+Business Media. doi:10.1007/978-94-007-1131-0\_14
- Makar, K., & Fielding-Wells, J. (2011). Teaching teachers to teach statistical investigations. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading, & A. Rossman (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics - Challenges for teaching and teacher education: a joint ICMI/IASE study: the 18th ICMI study* (pp. 347–358). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-007-1131-0\_33
- Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1–2), 27–46. doi:10.1080/10986065.2011.538302
- Radford, L. (2018). The emergence of symbolic algebraic thinking in primary school. In C. Kieran (Ed.), *Teaching and learning algebraic thinking with 5- to 12-year-olds: The global evolution of an emerging field of research and practice* (pp. 3–25). New York: Springer.
- Rosen B., & Jerdee, T. (1974). Influence of sex role stereotypes on personal decisions, *Applied Psychology*, 59, 9 -14.

- Scheaffer, R.L., Witmer, J., Watkins, A., & Gnanadesikan, M. (1996). *Activity-Based Statistics*. New York: Springer-Verlag.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. (P. Valero, Trad.) Bogotá: Una Empresa Docente (Trabajo original publicado en 1994).
- Skovsmose, O. (2007). *Educação Crítica; Incerteza, Matemática, Responsabilidade*. São Paulo: Cortez Editora.
- Stillman, G., Brown, J., Faragher, R., Geiger, V., & Galbraith, P. (2013). The role of textbooks in developing a socio-critical perspective on mathematical modeling in secondary classrooms. En G. A. Stillman (Ed.), *Teaching mathematical modelling: Connection to research and practice. International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 361–371). Dordrecht: Springer Science + Business. doi:10.1007/978-94-007-6540-5\_30
- Strayer, D., Drews, F., Crouch, D., & Johnston, W. (2005). Why do cell phone conversations interfere with driving? In W. Walker and H. Jefferson (Eds.), *Cognitive Technology: Transforming Thought and Society*. NC: McFarland and Company Inc.
- Valero, P. (2002). Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. *Quadrante. Revista Teórica e de Investigação*, 11(1), 33-40.
- White, P., & Gorard, S. (2017). Against inferential statistics: How and why current statistics teaching gets it wrong. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 55-65.
- Wild, C., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.
- Zapata-Cardona, L. (2014). Alcance de las tareas propuestas por los profesores de estadística. *Uni-pluri/versidad*, 14(1), 53–62.
- Zapata-Cardona, L., & Rocha, P. (2016). Teachers' questions in the statistics class. En D. Ben-Zvi, & K. Makar (Eds.). *The Teaching and Learning of Statistics*. Springer, Cham. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-23470-0\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23470-0_32)