



## Balance y perspectivas de la Estadística y la Probabilidad en la Educación Matemática

Soledad **Estrella**

Instituto de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Chile

[soledad.estrella@pucv.cl](mailto:soledad.estrella@pucv.cl)

Edwin **Chaves**

Profesor jubilado: Escuela de Estadística Universidad de Costa Rica; y Escuela de Matemática, Universidad Nacional; Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica Costa Rica

[echavese@gmail.com](mailto:echavese@gmail.com)

### Resumen

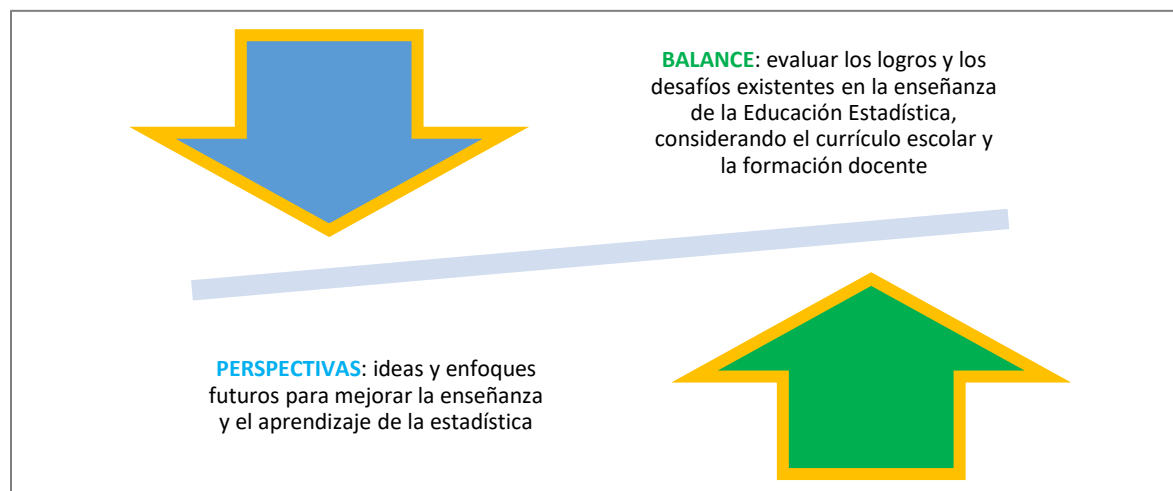
Se sintetiza la sesión temática, Balance y perspectivas de Educación Estadística, la cual se constituyó en una experiencia para compartir reflexiones sobre el aprendizaje y la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad en el contexto de los países de la región. La sesión se proyectó como un espacio para reconocer e integrar la Estadística Cívica como una línea de investigación emergente para nuestro tiempo y pretendía mediante debates y diálogos académicos, llegar a reunir las ideas surgidas sobre una variedad de perspectivas relacionadas con problemáticas reales que los participantes hayan tenido como parte de su práctica educativa.

Los resultados obtenidos en la sesión sobrepasaron las expectativas no solamente en asistencia sino también en el debate de ideas de crucial importancia para el desarrollo de la Educación Estadística en nuestra región. Muchos de temas quedaron abiertos para la discusión, por lo que se espera poder seguir ofreciendo espacios de análisis para que se continúe el debate sobre los mismos.

*Palabras clave:* Educación Estadística; Estadística Cívica; aprendizaje y enseñanza de la Estadística; formación de profesores.

## Introducción

En el marco de la XVI Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM), Soledad Estrella (Chile) y Edwin Chaves (Costa Rica) lideraron la sesión temática que abordaba aspectos de balance y perspectivas de la estadística y la probabilidad en la educación matemática de nuestro tiempo. El evento tuvo lugar en la Universidad de Lima, Perú, del 30 de julio al 4 de agosto de 2023.



El objetivo principal de la sesión temática fue compartir la situación actual de la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística y la Probabilidad entre los países representados (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Puerto Rico, Uruguay, Estados Unidos, y Venezuela). Además, se consideró la Estadística Cívica como una línea de investigación en evolución y necesaria para estos tiempos. Los 42 participantes, a lo largo de dos sesiones de una hora, participaron en discusiones grupales sobre los temas: Currículo escolar y formación docente; y Cuestiones sociales y cambio climático.

La primera sesión tuvo como objetivo reunir ideas planteadas por los propios participantes desde diversas perspectivas en relación con problemas reales. La segunda sesión buscó presentar las ideas resumidas e integrarlas en el marco de la Estadística Cívica, de modo que los participantes pudieran relacionar efectivamente cuestiones cívicas, sociales y políticas, para comprender mejores aspectos de la sociedad y la vida ciudadana, especialmente en una época caracterizada por los avances tecnológicos, grandes cantidades de datos y desafíos y urgencias cada vez mayores. Los organizadores de la Sesión Temática resumieron las discusiones grupales sobre temas como: formación docente, cambios curriculares, educación estadística en el currículo escolar, análisis de datos y nuevas tecnologías, entre otros.

En los siguientes cuatro apartados, damos cuenta de lo acontecido en dichas sesiones que buscaban compartir en la comunidad de educadores estadísticos, reflexiones sobre el aprendizaje y la enseñanza de la Estadística, Inferencia y Probabilidad en el contexto de la educación matemática en nuestros países. En ambas las sesiones se dio un espacio para reconocer las 11 facetas de un modelo conceptual sobre Estadística Cívica. También, vislumbrábamos llegar a reunir las ideas surgidas sobre una variedad de perspectivas relacionadas con problemáticas

reales, como la crisis social y el cambio climático, que debiesen ser asumidas desde el currículo escolar y en la formación inicial y continua de los docentes, de modo que efectivamente lleguen a permear la vida cívica, con el fin de motivar debates y diálogos académicos.

### **1. La enseñanza de la Estadística y Probabilidad dentro del currículo de Matemáticas: ¿Difieren ellas de las otras áreas matemáticas?**

La enseñanza de la Estadística y la Probabilidad en los niveles educativos previos a la universidad ha estado tradicionalmente incluida dentro del currículo de Matemáticas. Esto ha sido fuente de discusión por años, debido a que se argumenta que existen importantes diferencias disciplinares entre ambas áreas. Al respecto los asistentes a la sesión señalaron:

- Desde el punto de vista de la disciplina, la Estadística es una ciencia autónoma, la formación de Estadísticos se basa en principios epistemológicos diferentes a los que rigen la formación matemática. Los profesionales en estadística tienen que adecuarse a trabajar con diferentes disciplinas científicas que son las que le proporcionan los datos y le plantean retos para la generación de respuestas a problemas complejos. Esta diferencia epistemológica que se presenta entre la Estadística y Matemáticas debería también evidenciarse en el currículo educativo escolar, quedando claro que, aunque la Estadística utiliza herramientas matemáticas, su razón de ser supera ese análisis matemático y requiere permanentemente interpretar e integrar el contexto que originó los datos.
- Muchos de los problemas que se presentan en la enseñanza de Estadística se deben a que su enseñanza está incluida como un área más dentro de las Matemáticas; pero el pensamiento estadístico es distinto al pensamiento matemático.
- Los análisis estadísticos requieren de una serie de procedimientos matemáticos, pero no pueden quedarse allí, porque el cálculo matemático simplemente es una herramienta para avanzar hacia el análisis de datos, la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre y la resolución eficaz de problemas estadísticos.
- Los contextos empleados en los problemas de las otras áreas matemáticas, en la mayoría de los casos son artificiales y su función consiste en proporcionar información numérica para la aplicación de procedimientos matemáticos y generación de cálculos. Sin embargo, en Estadística el contexto de los problemas es de crucial importancia, pues proporciona las interrogantes a investigar y los datos se constituyen en la base de los análisis, interpretaciones y decisiones.
- Este potencial de la Estadística para resolver problemas en diferentes áreas puede ser utilizada como herramienta en otras disciplinas curriculares. Sin embargo, el estar incluido dentro del currículo matemático se limita este potencial y raramente es empleado por otras disciplinas.
- Aunque paulatinamente la Estadística ha venido encontrando un campo aparte de las Matemáticas, la Estadística ofrece una oportunidad para valorar un uso adecuado de las

Matemáticas en la resolución de problemas en contextos reales y pudiendo ser utilizada para facilitar el aprendizaje y el sentido de otras áreas.

- Particularmente en Estados Unidos y en Puerto Rico se discute sobre la necesidad de separar la Educación Estadística de la Educación Matemática. Aunque para algunos especialistas sea razonable buscar esta separación curricular entre Matemáticas y Estadística, en la práctica resulta imposible, para la mayoría de los países de la región.

A manera de resumen, se puede observar que la discusión ha quedado abierta; sin embargo, queda en evidencia en este resumen que, aunque se argumenta que existen importantes diferencias entre la Estadística y la Probabilidad respecto las áreas matemáticas como Álgebra y Geometría, tampoco se desconocen los principios matemáticos que están detrás de los procedimientos estadísticos, que como se apuntó: el uso de la Estadística y la Probabilidad en la resolución de problemas constituye indirectamente un ejemplo de la utilidad de las Matemáticas.

## **2. Formación de educadores matemáticos en la región: retos para la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad**

En este apartado se incluyen las opiniones y argumentos de los participantes de las sesiones sobre los problemas y desafíos que enfrenta el docente de Matemáticas al enseñar Estadística.

En la enseñanza de cualquier asignatura escolar el docente es fundamental en el proceso educativo, pues es el responsable de lograr que los estudiantes alcancen las habilidades y conocimientos planteados en el currículo; incluso se ha documentado que la calidad de la formación que reciben los estudiantes está predeterminada por la calidad de docentes que ha tenido.

- En la mayoría de nuestros países la formación de maestros en primaria y secundaria adolece de propuestas didácticas específicas para la enseñanza de la Estadística, por lo que, en el trabajo de aula, ellos tienden a reproducir las estrategias utilizadas por quienes los formaron matemáticamente, reproduciendo aquellas que enfatizan procedimientos y fórmulas.
- Hay una necesidad de lograr que los maestros tengan una formación sólida disciplinar de la Estadística y las Probabilidades, y en didáctica específica en el campo, preferiblemente en forma conjunta. Debe existir un equilibrio entre los dos componentes para la formación docente de modo que puedan tener la capacidad para desarrollar en las aulas actividades de enseñanza que potencien en forma progresiva el aprendizaje y el pensamiento estadístico de los estudiantes, según avanzan en los diferentes niveles educativos.
- En muchos casos se requiere generar acciones de desarrollo profesional docente que propicien que los maestros resuelvan problemas estadísticos en situaciones reales, para que tengan experiencias reales con el razonamiento estadístico detrás de un problema,

que sean partícipes en la búsqueda de soluciones y valoren la importancia de los diferentes elementos disciplinares e investigativos para llegar a la solución en contexto.

- Los maestros, al enseñar Estadística a diferencia de otras áreas matemáticas, deben tener claro que el énfasis no se concentra en procedimientos, cálculos o construcciones gráficas y tabulares, dado que existen herramientas que pueden utilizarse para llevarlos a cabo; siendo fundamental concentrarse en el análisis, visualización e interpretación del comportamiento de los datos en la búsqueda de una solución del problema original.
- Se considera que, en la formación de los maestros, de primaria o secundaria, se requiere dar énfasis a las diferencias que existen en la Matemática y la Estadística desde el punto de vista epistemológico y desde el punto de vista práctico, para que puedan reconocer que se requieren enseñanzas diferentes. En particular, en la enseñanza de la Estadística se deben propiciar una didáctica disciplinar que promueva la indagación mediante el ciclo investigativo, y las diferentes formas de pensamiento estadístico y probabilístico de acuerdo con la edad de los estudiantes.

A manera de resumen, se percibe que hay importantes desafíos que deben abordarse en el desarrollo profesional docente de los educadores matemáticos para favorecer un mejor proceso de enseñanza y aprendizaje de la Estadística y Probabilidad en los niveles educativos anteriores a los estudios universitarios. Los retos se relacionan no solamente con mejorar la formación disciplinar en las áreas sino también en cuanto a las didácticas específicas. Aquí encontramos consistencia con los aportes anteriores debido a que, al identificarse diferencias entre la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad con las otras áreas del currículo matemático, es de esperar que también haya diferencias en la aplicación del conocimiento propio de sus didácticas específicas. De lo resumido en estos dos temas, resalta la importancia que otorgan los actores a una enseñanza dentro de un ciclo investigativo, mediante la resolución de problemas, las representaciones, los modelos, la argumentación y comunicación de las conclusiones, y el uso de tecnologías, que potencien diferentes procesos mentales propios del razonamiento estocástico.

### **3. Requerimientos curriculares en Estadística y Probabilidad en Latinoamérica**

Se presenta en este último apartado, la opinión de diferentes actores educativos de trece países de la región sobre las necesidades de innovación sobre el currículo en la estadística escolar.

Un paso importante para el reconocimiento nacional de la importancia que conlleva la formación en Estadística y Probabilidad de un ciudadano consiste en la incorporación de estos tópicos dentro de los currículos educativos en la educación escolar. Esta necesidad ha sido valorada por las autoridades educativas en la mayoría de los países de la región. Sin embargo, el mero hecho de su incorporación en los currículos escolares, específicamente de Matemáticas, no implica necesariamente que se esté potenciando una adecuada alfabetización en estas áreas. Los asistentes a la sesión temática señalaron algunas reflexiones relacionadas con este tópico:

- Existen grandes diferencias en la propuesta curricular para la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad entre los países de la región (al menos entre los países representados). Por

ello, uno de los principales retos para mejorar la educación estadística y probabilística sería una unificación curricular (dentro de las posibilidades) de modo que los sistemas educativos de los países de nuestra región posean una propuesta curricular en estas áreas que genere una adecuada alfabetización estadística para nuestro tiempo, por ejemplo, incorporando aspectos de la Estadística Cívica.

- Es necesario dosificar las expectativas y metas planteadas dentro de los currículos escolares. Se han observado discrepancias entre expectativas de contenidos y procedimientos estadísticos en los distintos niveles educativos. Se requeriría clarificar metas intermedias en cada nivel, en que el planeamiento desde la Didáctica de la Estadística y la Didáctica de la Probabilidad aporten congruencia y coherencia con los niveles cognitivos de los estudiantes. Con esto se espera que ellos vayan progresando paulatinamente hacia mayores niveles de razonamiento estadístico al momento de resolver problemas, utilizando así las habilidades y conocimientos adquiridos en las etapas anteriores.
- La propuesta curricular en muchos de nuestros países promueve una enseñanza de la disciplina similar a la que se utiliza para otras áreas matemáticas, que está basada en procedimientos algorítmicos y construcciones procedimentales mecanizadas. En este sentido sería necesario realizar modificaciones a los programas de estudio de Matemáticas para que promuevan estrategias de enseñanza coherentes con la naturaleza de la Estadística y el desarrollo que ha tenido su didáctica.
- Ante cierta falta de competencia que presentan algunos docentes respecto a la Estadística y su didáctica específica para la enseñanza, sería oportuno que los currículos de Matemáticas incluyeran orientaciones metodológicas para el abordaje empírico y teórico de los tópicos estadísticos y probabilísticos. Una posibilidad consiste en incluir indicaciones metodológicas dentro de la malla curricular que sirvan de orientación a los docentes. Del mismo modo, se pueden explicitar ejemplos de situaciones o problemas que muestren la interdisciplinariedad propia de la Estadística con otras áreas matemáticas. Algunos países, como Chile, tiene estándares de formación inicial docente en el que integran los contenidos del eje de Estadística con la disciplina de la Didáctica de la Estadística, tanto para educación primaria como secundaria.
- También, parece necesario explicitar curricularmente la importancia que tiene la resolución de problemas y modelamiento en contextos cercanos al estudiante, que involucre desde la recolección de datos, su sistematización y análisis hasta la generación de conclusiones o toma de decisiones vinculadas con el problema. Incluso, se podría incorporar la inferencia estadística informal, de modo que los estudiantes sean capaces de realizar generalizaciones basadas en la evidencia de los datos que expresen la incertidumbre del contexto (ya algunos países lo hacen).

En resumen, aunque muchas de las observaciones y recomendaciones que dieron los participantes de la Sesión Temática dependen de decisiones de tipo político en lo interno de cada país o estado, es importante considerar que estas apreciaciones son elaboradas desde su experiencia académica y de las necesidades que han encontrado en sus sistemas educativos.

Asimismo, debe indicarse acá que —por limitaciones de tiempo—, no se llevó a cabo una reflexión exhaustiva ni técnica de los diferentes currículos involucrados; sin embargo, estas apreciaciones y preocupaciones son muy valiosas al momento de que se realicen valoraciones o evaluaciones de los currículos matemáticos en la región. Pero también, son un valioso insumo para las reflexiones que sobre el tema se realicen en los diferentes eventos académicos, tales como los que regularmente lleva a cabo el CIAEM-IACME.

#### **4. Otros aportes de relevancia para la Educación Estadística**

Por último, se van a citar una serie de apreciaciones que llevaron a cabo los asistentes a las sesiones en tópicos relacionados con el tema. Seguidamente se presenta un extracto de estos de ellos:

- **Uso de las tecnologías digitales:** el auge de las tecnologías digitales en la segunda mitad del siglo XX fue uno de los principales impulsores para que la Estadística pudiera alcanzar los niveles de desarrollo que cuenta hoy día. Gracias a las computadoras y a los softwares especializados, ha sido posible que la disciplina trascendiera el campo académico de los matemáticos y los estadísticos matemáticos y se convirtiera en una herramienta fundamental para la mayoría de las disciplinas científicas y para la comunidad en general. Como consecuencia de ese auge, la disciplina Estadística fue integrada dentro de los currículos escolares en los diferentes países.
  - i. Uno de los presentes señaló que actualmente existen personas dedicadas a realizar análisis estadísticos de datos en diferentes campos con el apoyo de herramientas tecnológicas, pero que no son especialistas en Estadística, con lo cual plantea las siguientes preguntas ¿Qué problemas puede traer esto para la toma de decisiones en problemas concretos? ¿cómo puede afectar la enseñanza de la disciplina? En otras palabras, desde el punto de vista educativo ¿de qué manera se ve afectada la formación de esta cultura estadística el hecho que existan herramientas tecnológicas cada vez más sofisticadas para el análisis de datos? En la actividad no se dieron respuestas específicas a estas interrogantes; pero evidentemente plantean una seria preocupación que se relaciona con la importancia de la comprensión del instrumental estadístico, sus virtudes y limitaciones, así como los peligros de uso indiscriminado de los recursos tecnológicos en el análisis de datos. Esperamos que el tema pueda ser abordado en futuros encuentros.
  - ii. En relación con lo anterior, en uno de los grupos de trabajo, se mencionó el riesgo que implica el énfasis que algunos países desarrollados han dado a herramientas como Data Analysis, Big Data, Data Science o la Inteligencia Artificial para los análisis de grandes bases de datos. La preocupación de los integrantes del grupo se enmarca en el impacto que ello tendría sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y la formación docente en Estadística.
  - iii. Como respuesta a esta preocupación, algunos de los participantes plantearon que no se debería verse como un riesgo sino como una oportunidad para reflexionar sobre la necesidad de generar nuevas estrategias educativas que pudieran aprovechar el

potencial de estas herramientas para favorecer procesos de enseñanza y aprendizaje de la Estadística y la Probabilidad en los nuevos tiempos. Indicaron que debería ser está una línea de investigación dentro del campo educativo.

- **Variabilidad y diversidad:** se ha mencionado que los datos son la herramienta de trabajo de la Estadística, de allí la importancia que estos datos no sean simplemente números o códigos aislados de un contexto al cual representan. Sin embargo, hay una particularidad en los datos que provocan que la Estadística tenga sentido, este es el principio de variabilidad que hay detrás de los datos. La comprensión de la variabilidad es factor clave para comprender el mundo, un mundo cambiante y diverso, donde resulta imposible encontrar dos objetos exactamente iguales. Esta comprensión de lo diverso abre un potencial de oportunidades para favorecer en las aulas escolares la tolerancia por las diferencias y apoyar la integración e inclusión, lo cual constituye una de las mayores prioridades del sistema educativo.

En este punto, una de las docentes planteó una experiencia inspiradora, ella señalaba que durante algún tiempo ha trabajado con estudiantes con serios problemas de vinculación educativa. Indicó que tiene ejemplos concretos sobre estudiantes que normalmente obtienen poca participación en trabajo de aula y bajas calificaciones en otras áreas matemáticas como álgebra y geometría; pero que son capaces de desarrollar proyectos en Estadística en donde lograron no solo integrarse sino obtener muy buenas calificaciones. La docente señala que esta experiencia es un ejemplo del potencial que puede alcanzar la Estadística como un factor de retención de población escolar vulnerable. Otros docentes han tenido experiencias similares, quizás debido a que la vinculación de datos auténticos y el contexto dan sentido a muchos estudiantes a resolver problemas, modelar, representar, y aprender contenidos y procedimientos.

**Resolución de problemas en contextos de desarrollo sostenible:** la Estadística y la Probabilidad son herramientas fundamentales al momento de buscar evidencias basadas en datos que permitan fundamentar hipótesis y apoyar la toma de decisiones; pero también combatir con argumentos sólidos los “*Fake News*” o noticias falsas que saturan las redes sociales e impactan negativamente la convivencia en la sociedad.

- i. Específicamente sobre este tema, en uno de los grupos mencionó la necesidad que en la acción educativa deberían ser incluidos problemas ambientales y de cambio climático que están poniendo en riesgo a las comunidades, sobre los que existe fuerte evidencia estadística que fundamenta cambios en el actuar de las personas en materia ambiental. Con este tipo de problemas no solo se involucra al estudiante en el análisis de problemas con datos en contextos reales, sino también permiten sensibilizarlos sobre la importancia de cuidar el ambiente, bienestar y la convivencia.
- ii. En relación con lo anterior, otra participante señaló ampliar temas como problemas en materia ambiental, y que era fundamental considerar en el aula problemas integradores de tres dimensiones del desarrollo sostenible: lo social, lo económico y lo ambiental. Específicamente en el tema de la crisis social y el cambio climático,



existen diferentes estudios que aportan argumentos estadísticos sólidos que normalmente no son tomados en cuenta por los tomadores de decisiones. Se consideró como importante que el sistema educativo aproveche estos estudios como elementos de discusión dentro del aula no solo para la enseñanza de la disciplina sino también para sensibilizar sobre la situación actual.

Aunque esta categoría incluyó diferentes tópicos, la relevancia de cada uno de ellos los pudo convertir en un tema aparte; sin embargo, no fue posible detallarlos con mayor profundidad.

### **Conclusiones y proyecciones finales**

Las sesiones se enmarcaron en un modelo conceptual integral (Engel, 2017; Gal et al., 2023; Nicholson et al., 2018) que describe el conocimiento, las habilidades y las disposiciones que los sujetos necesitan para comprender, evaluar críticamente, comunicar y comprometerse con la estadística cívica respecto a problemas sociales “candentes”. Todo ello con la finalidad de promover el empoderamiento de los ciudadanos informados, que comprenden y discuten temas sociales relevantes para sus vidas en comunidad, y participan en la toma de decisiones basadas en datos (C.f., Estrella et al., 2021; Isoda et al., 2021).

Indudablemente la experiencia fue muy enriquecedora no solamente para quienes participaron en ella, sino que arroja insumos importantes para la comunidad de Educación Estadística en la región, especialmente quienes están involucrados en el desarrollo de la Didáctica Estadística, de la Inferencia y la Probabilidad. Se espera que los insumos que se han resumido en el presente documento sean base para continuar con el análisis de cada uno de los tópicos centrales, aportando nuevas experiencias y desafíos para estos tiempos, y ofreciendo posibles alternativas que lleguen a mejorar y desarrollar una Educación Estadística de nuestra Región.

### **Referencias y bibliografía**

- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44-49.
- Estrella, S., Vergara, A., & González, O. (2021). El desarrollo del sentido del dato: haciendo inferencias desde la variabilidad de los tsunamis en primaria. *Statistics Education Research Journal*, 20(2), 1-14. <https://doi.org/10.52041/serj.v20i2.413>.
- Isoda, M., Estrella, S., Zakaryan, D., Baldin, Y., Olfos, R., & Araya, R. (2021). Digital competence of a teacher involved in the implementation of a cross-border lesson for classrooms in Brazil and Chile. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 10(4), 362-377. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-05-2021-0045>
- Gal, I., Nicholson, J., & Ridgway, J. (2023). A conceptual framework for Civic Statistics and its educational applications. In *Statistics for Empowerment and Social Engagement: Teaching Civic Statistics to Develop Informed Citizens* (pp. 37-66). Cham: Springer International Publishing.
- Nicholson, J., Gal, I., & Ridgway, J. (2018). Understanding civic statistics: A conceptual framework and its educational applications. *A product of the ProCivicStat Project*.