

Matemáticas, Educación y Sociedad

ISSN: 2603-9982

Matemáticas, Educación y Sociedad

**<http://mesjournal.es/>
editor@mesjournal.es**



Vol 3 No 2 (2020)

Número monográfico de Educación Estadística:

**Dimensiones de la Educación Estocástica que propician
la ciudadanía crítica**

Editora invitada:

Liliana Mabel Tauber , Universidad Nacional del Litoral

**Educación Estocástica en el aula escolar: una herramienta para
formar ciudadanos de sostenibilidad**

Claudia Vásquez Ortiz

1-20

**Significados institucionales y personales de los estadísticos de
orden en la Educación Secundaria**

Carmen Batanero, Silvia Valenzuela-Ruiz y María Magdalena Gea

21-39

**Desarrollando sentido de agencia en la formación inicial de
profesores de Estadística**

Cindy Alejandra Martínez-Castro y Lucía Zapata-Cardona

40-55



El cambio en el currículo en Educación Estadística en el ámbito universitario: dificultades y retos

Jesús E. Pinto Sosa

56-74

Formación ciudadana y Estadística en un aula de educación acelerada

Ingrith Álvarez-Alfonso y Milady Astrid Guerrero-Velasco

75-88

Educación Estocástica para pensar estadís-críticamente

Gabriela Pilar Cabrera, Liliana Mabel Taubel y Elina Fernández

89-109



ISSN: 2603-9982

Vásquez Ortiz, C. (2020). Educación Estocástica en el aula escolar: una herramienta para formar ciudadanos de sostenibilidad. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 1-20

EDUCACIÓN ESTOCÁSTICA: UNA HERRAMIENTA PARA FORMAR CIUDADANOS DE SOSTENIBILIDAD

Claudia Vásquez Ortiz, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

Resumen

En este artículo se presenta una propuesta para replantear la enseñanza de la estadística y la probabilidad en el aula escolar, de manera tal que se promuevan competencias de sostenibilidad. Lo anterior permitirá, por un lado, que los estudiantes conozcan y tomen conciencia de la educación para el desarrollo sostenible y los objetivos de desarrollo sostenible y reflexionen respecto de lo que pueden hacer para contribuir a alcanzarlos desde las propias acciones (tomar decisiones) y, por otro lado, otorgar sentido al aprendizaje de la probabilidad y la estadística, permitiendo así una mayor interiorización de lo aprendido. Se concluye que es necesario alfabetizar al profesorado en estas cuestiones, de manera que estos valoren y presten atención a su incorporación en el contexto escolar.

Palabras clave: *enseñanza de la estadística, enseñanza de la probabilidad, sostenibilidad, estadística por proyectos, ciudadanos de sostenibilidad*

Stochastic education: a tool for forming sustainable citizens

Abstract

This article presents a proposal to rethink the teaching of statistics and probability in the classroom in order to promote sustainability skills. This will allow, on the one hand, students to know and become aware of education for sustainable development and sustainable development objectives and to reflect on what they can do to contribute to achieving them from their own actions (decision-making) and, on the other hand, to give meaning to the learning of probability and statistics, thus allowing a greater internalization of what has been learned. The conclusion is that teachers need to be made literate in these matters so that they value and pay attention to their incorporation into the school context.

Keywords: *teaching of statistics, teaching of probability, sustainability, project statistics, citizens of sustainability*

INTRODUCCIÓN

Frente a los desafíos de un mundo globalizado que actualmente está siendo afectado por la crisis sanitaria provocada por la COVID-19, además de la crisis ambiental, económica y social que se arrastra desde hace décadas, hoy más que nunca se requiere con urgencia impulsar acciones que permitan que todos los ciudadanos dispongan de las competencias, capacidades y actitudes que les permitan comprender estas problemáticas, que estimulen y generen cambios de comportamiento en las personas, para que tomen decisiones de manera informada y actúen a favor de fomentar sociedades más sostenibles (Alperovitz, 2014; UNESCO, 2018). Esto requiere una nueva manera de afrontar la educación del siglo XXI, e impone no solo la necesidad de contar con ciudadanos alfabetizados en cuestiones de sostenibilidad (Wals, 2015), sino que constituye un desafío para el profesorado a cargo de educar hoy a los ciudadanos del mañana. Por tanto, es urgente centrar la formación en los principios, de diversidad cultural y tolerancia, paz y no violencia, derechos humanos y libertades fundamentales, supervivencia humana y bienestar. Sin embargo, pese a la urgencia de contar con ciudadanos de sostenibilidad, se evidencia que “los países refieren un nivel insuficiente de apoyo a la formación del profesorado sobre los principios rectores en el contexto tanto de los programas previos al ejercicio de la docencia como de los que se imparten una vez iniciado tal ejercicio” (UNESCO, 2018, p. 9).

Bajo este contexto, es necesario que el profesorado cuente con herramientas para contribuir a impulsar y acompañar al alumnado en avanzar hacia una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), que les posibilite para el año 2030

garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible (UNESCO, 2015, p. 20).

En este sentido, es imperativo incorporar la EDS en la práctica educativa, lo que implica una manera diferente de trabajar en el aula, a través de una enseñanza conectada con el contexto y que aborde problemáticas actuales, que impulse un pensamiento crítico, que permita a los estudiantes comprender la realidad. Sobre todo, considerando que el principal objetivo de la EDS es educar para la acción.

En este contexto del aula, incorporar la EDS en la práctica educativa es un desafío complejo y difícil de abordar, por lo que urge dirigir los esfuerzos hacia oportunidades de desarrollo profesional adecuadas, de formación del profesorado para la inclusión de la sostenibilidad en las distintas disciplinas escolares (Vilches y Gil, 2012), ya que finalmente son los profesores los encargados de liderar el proceso de integrar la sostenibilidad en el aula y de posibilitar que sus estudiantes desarrollen las competencias necesarias para fomentar el desarrollo sostenible (Calero, Mayoral, Ull, y Vilches, 2019). Se requiere “la integración de la educación para el desarrollo sostenible en la formación docente previa y en servicio, así como en la formación destinada a la enseñanza preescolar, primaria y secundaria” (UNESCO, 2014, p. 20). De igual manera, la complejidad de este desafío radica también en la convergencia de saberes de diversas disciplinas en la EDS, que de manera integrada contribuyen al desarrollo de competencias clave, que, si bien no se pueden enseñar directamente, sí pueden ser desarrolladas durante la acción, sobre la base de la experiencia y reflexión (UNESCO, 2015, 2017). Por tanto, es primordial “renovar la enseñanza, en todos sus niveles, para que el aprendizaje responda a un proceso de indagación, de investigación en torno a problemas relevantes, de interés para los estudiantes” (Vilches y Gil, 2012, p. 33).

Desde esta perspectiva, la Educación Matemática en general y la Educación Estocástica en particular, constituye un elemento crucial para que todo ciudadano pueda afrontar eficazmente los desafíos del siglo XXI (Batanero y Borovcnik, 2016; Ben-Zvi, Makar, y Garfield, 2018; UNESCO, 2015) al brindar herramientas para comprender y dar respuesta a problemas tanto de la vida real como de otras disciplinas (Begg, 1997), permitiendo establecer conexiones con contextos y problemáticas diversas (Arteaga, 2011). Es en este sentido que utilizamos el término de Educación Estocástica “para enfatizar la dependencia mutua del conocimiento y razonamiento sobre probabilidad y estadística, que están interconectadas y deben enseñarse conjuntamente” (Batanero, 2019, p. 2). Todavía más, si consideramos que recientemente la OCDE ha reconocido la necesidad de avanzar en el desarrollo de habilidades y conocimientos que permitan formar ciudadanos alfabetizados en el análisis de datos, es decir, capaces de “extraer información significativa de los datos, comprender qué significan los datos, incluyendo cómo leerlos de manera apropiada, extraer conclusiones, así como reconocer cuándo se utilizan de manera engañosa o inapropiada” (OCDE, 2019, p. 5).

Así, para avanzar en una EDS, es esencial alfabetizar al profesorado en estas cuestiones, de manera que estos valoren y presten atención a su incorporación en el contexto escolar (Aznar, Martínez-Agut, Palacios, Piñero, y Ull, 2011); y a la vez cuenten con las herramientas necesarias para habilitar a sus estudiantes como ciudadanos de sostenibilidad (Wals, 2015); ya que si bien el profesorado valora la EDS, cuentan con poca claridad sobre cómo diseñar e implementar procesos de enseñanza orientados a incorporar la EDS en el aula escolar (Vásquez, Seckel, y Alsina, 2020). Se trata pues de que el profesorado contribuya a la transición hacia una sociedad sostenible, siendo capaz de promover que sus estudiantes participen de manera constructiva y responsable en el mundo en que viven, capaces de tomar decisiones fundamentadas. En este sentido, la alfabetización estadística y probabilística, facilitará la adquisición de conocimientos y competencias para promover el desarrollo sostenible, ya que la educación para la sostenibilidad “no solo integra contenidos tales como el cambio climático, la pobreza y el consumo sostenible dentro de los planes de estudio, sino que también crea contextos de enseñanza y aprendizaje interactivos y centrados en el alumno” (UNESCO, 2017, p. 7).

Pero ¿cómo abordar el desafío de integrar la EDS en el aula escolar? Más concretamente y considerando las potencialidades que presenta la Educación Estocástica ante este desafío, ¿cómo contribuir a la EDS desde la Educación Estocástica? Pues nuestra premisa es que a partir de la Educación Estocástica es posible promover en el profesorado y en sus estudiantes el desarrollo de competencias de sostenibilidad que les permita participar constructiva y responsablemente en el mundo de hoy y de este modo constituirse como ciudadanos de sostenibilidad.

EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible aparecen por primera vez en los años 80, bajo la idea de generar una responsabilidad colectiva que permita afrontar los problemas y desafíos a los que se enfrenta la humanidad y que amenazan gravemente su futuro (Orr, 2013). En efecto, en el informe Brundtland de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD, 1987) se aprecia un primer intento por acuñar este concepto desde la perspectiva que "es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones

futuras para satisfacer sus propias necesidades" (CMMAD, 1987, p. 24). Desde entonces se ha avanzado en esta área y se ha ido refinando dicho concepto entendido hoy como un desafío crucial que debe impulsar acciones prácticas para que todos en todo el mundo puedan construir juntos un futuro mejor, que permita acabar con la pobreza, la desigualdad, alcanzar la paz y la justicia, proteger los derechos humanos y proteger el planeta (UNESCO, 2015). En este sentido, desde la Organización de las Naciones Unidas se reconocen tres dimensiones de acción en este campo: económica, social y ambiental, a partir de las cuales se proponen 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Figura 1).



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: UNESCO (2017).

Estos ODS deben ser entendidos como metas a lograr de manera conjunta e integrada entre sí, no como metas a lograr por separado. Un factor clave en el logro de estos objetivos es el profesorado, por lo que es necesario proporcionar una formación inicial y continua que los habilite para desarrollar, en sus estudiantes, las habilidades necesarias para tomar decisiones fundamentadas y responsables en las dimensiones antes señaladas. Asimismo, deben contar con las herramientas para transformar sus prácticas de enseñanza por lo general centradas en la memorización y repetición de conceptos, procedimientos y fórmulas, hacia una enseñanza que considere: a) la integración en los planes de estudio de temas de sostenibilidad; b) una enseñanza y aprendizaje centrados en el alumnado, orientada a la acción, a partir de la interacción y del aprendizaje exploratorio; c) promover competencias tales como pensamiento crítico y sistémico, adopción conjunta de decisiones, asumir responsabilidad por las generaciones actuales y futuras; y d) el habilitar a los estudiantes de cualquier edad y en cualquier entorno educativo, para transformarse a sí mismo y a la sociedad en que viven.

Sin embargo, pese a la urgencia de contar con una educación holística, integradora y transformadora, que permita a las personas reflexionar sobre sus propias acciones, en muchos casos, el profesorado se percibe como incompetente para abordar con éxito este desafío socioeducativo (Dahl, 2019; Vásquez et al., 2020). Por tanto, se requiere diseñar planes de formación del profesorado de Primaria y Secundaria que incorporen la EDS (Alsina y Calabuig, 2019; Vásquez et al., 2020; Vásquez y García-Alonso, en prensa), pues de acuerdo con Vilches y Gil (2012) "es imprescindible incorporar la educación para la sostenibilidad en el currículo básico de la formación docente en los diferentes niveles educativos y, muy en particular, en la formación de futuros profesores y profesoras de Secundaria" (p. 760).

Sin duda alguna, esto constituye un desafío para el profesorado en ejercicio y para las instituciones formadoras de profesores, más en este momento que nos encontramos en una situación de crisis mundial derivada de la pandemia del nuevo virus SARS-CoV-2, que produce la enfermedad llamada COVID-19. Esta crisis nos está afectando no solo en lo sanitario, sino en diversos aspectos relacionados entre sí, y que de una u otra manera tendrán un fuerte impacto directa o indirectamente, ya sea positivo o negativo, marcando un punto de inflexión en la Agenda 2030 de la EDS (Sachs, Schmidt-Traub, Kroll, Lafortune, Fuller, y Woelm, 2020; UN, 2020) (Figura 2). En efecto, observamos en la Figura 2, algunos de los posibles efectos de primer y segundo orden de la COVID-19 en la implementación de los ODS. Tal es el caso del ODS 4 (Educación de Calidad). En este ámbito producto de la pandemia, se ha cerrado un gran número de instituciones educacionales a nivel mundial y con ello, la consecuente paralización de las clases presenciales, que han sido reemplazadas por una educación remota.

Ante este nuevo panorama, “es probable que la pandemia COVID-19 genere la mayor disrupción en oportunidades educativas a nivel mundial en una generación. Esta disrupción afectará los medios de vida de las personas y la prospectiva de sus comunidades” (Reimers y Schleicher, 2020, p. 5). Por lo que, además de focalizarnos en la crisis sanitaria, es necesario prestar especial atención a una educación de calidad (ODS 4), velando porque no aumenten de forma desmedida la brecha y las desigualdades educacionales ya existentes. En este sentido, hoy más que nunca urge dirigir los esfuerzos a la formación de ciudadanos de sostenibilidad “empoderados para tomar decisiones conscientes y actuar responsablemente en aras de la integridad ambiental, la viabilidad económica y una sociedad justa para generaciones presentes y futuras” (UNESCO, 2017, p. 7) que contribuyan a mitigar los efectos negativos que puede llegar a generar la COVID-19 en los ODS, lo que enfatiza la necesidad de impulsar el desarrollo de una educación para la sostenibilidad.

Para la formación de estos ciudadanos es necesaria una educación que impulse acciones que contribuyan al desarrollo de competencias clave para la sostenibilidad y que sean pertinentes a todos los ODS (Figura 3). Tales competencias “representan lo que los ciudadanos sostenibles necesitan específicamente para lidiar con los desafíos complejos de la actualidad. Son relevantes para todos los ODS y también permiten a los individuos vincular los distintos ODS entre sí” (UNESCO, 2017, p. 11). De esta manera, se espera que a través de la EDS las generaciones actuales y futuras puedan alcanzar aprendizajes cognitivos, socioemocionales y conductuales específicos y sobre todo desarrollar competencias clave de sostenibilidad, requeridas para contribuir a la comprensión y al logro de cada uno de los desafíos particulares de los ODS y que por tanto son cruciales para avanzar hacia un desarrollo sostenible (de Haan, 2010; Rieckmann, 2012).

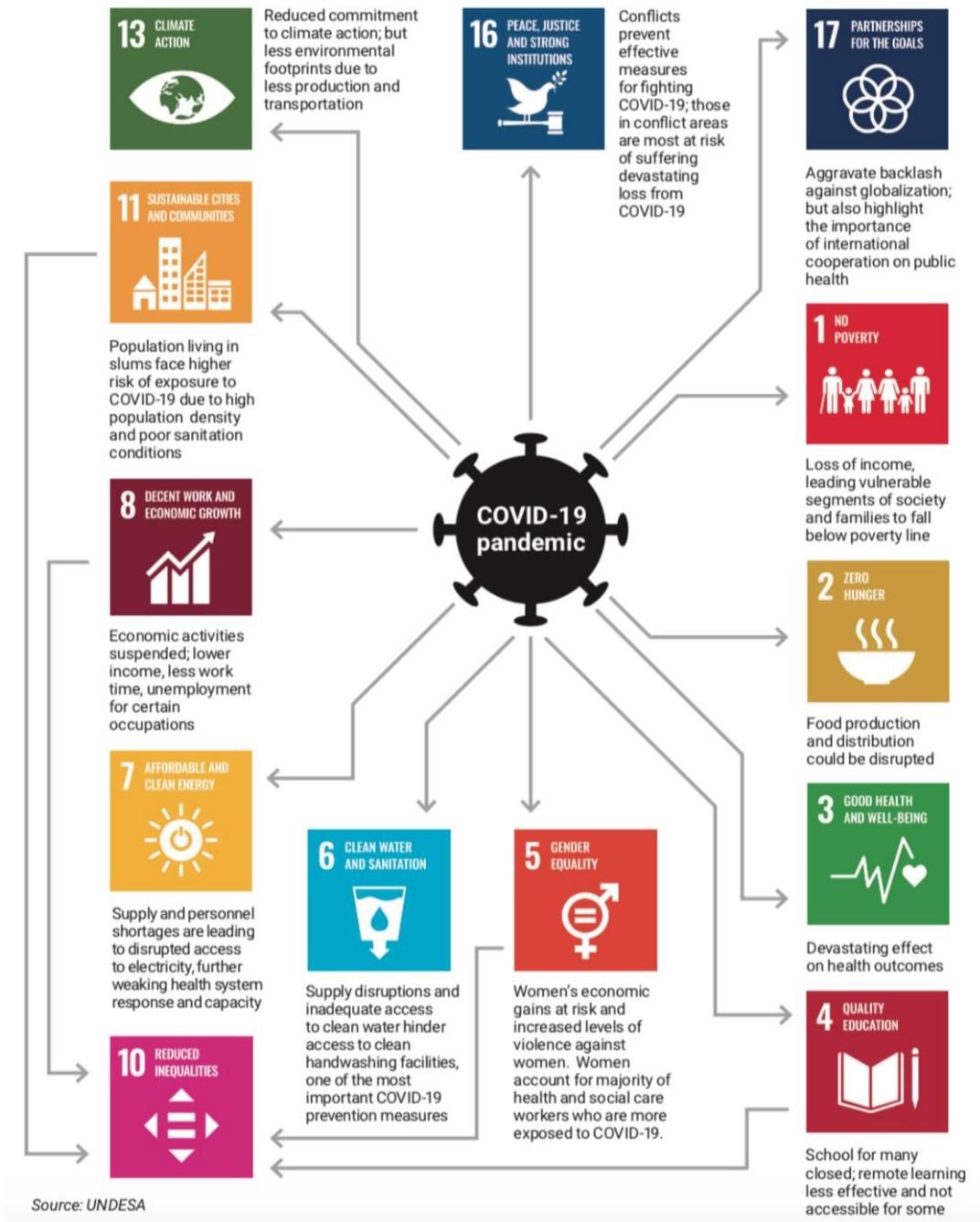


Figura 2. Posibles efectos de la COVID-19 en los ODS. Fuente: UN (2020).



Figura 3. Relación entre competencias clave de sostenibilidad y los ODS. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen estas competencias propuestas en UNESCO (2017):

a) competencia de pensamiento sistémico: referida a las habilidades para reconocer y comprender las relaciones necesarias para analizar los sistemas complejos; para pensar cómo están integrados los sistemas dentro de los distintos dominios y escalas; y para lidiar con la incertidumbre.

b) competencia de anticipación: considera habilidades para comprender y evaluar múltiples escenarios futuros; para crear visiones propias de futuro; para aplicar el principio de precaución; para evaluar las consecuencias de las acciones; y para lidiar con los riesgos y los cambios.

c) competencia normativa: habilidades para comprender y reflexionar sobre las normas y valores que subyacen en nuestras acciones; y para negociar los valores, principios, objetivos y metas de sostenibilidad en un contexto de conflictos de intereses y concesiones mutuas, conocimiento incierto y contradicciones.

d) competencia estratégica: habilidades para desarrollar e implementar de forma colectiva acciones innovadoras que fomenten la sostenibilidad a nivel local y más allá.

e) competencia de colaboración: habilidades para aprender de otros; para comprender y respetar las necesidades, perspectivas y acciones de otros; para comprender, identificarse y ser sensibles con otros; para abordar conflictos en grupo; y para facilitar la resolución de problemas colaborativa y participativamente.

f) competencia de pensamiento crítico: habilidad para cuestionar normas, prácticas y opiniones; para reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias; y para adoptar una postura en el discurso de la sostenibilidad.

g) competencia de autoconciencia: habilidad para reflexionar sobre el rol que cada uno tiene en la comunidad local y en la sociedad; de evaluar de forma constante e impulsar

las acciones que uno mismo realiza; y de lidiar con los sentimientos y deseos personales.

h) competencia integrada de resolución de problemas: habilidad general para aplicar distintos marcos de resolución de problemas a problemas de sostenibilidad complejos e idear opciones de solución equitativa que fomenten el desarrollo sostenible.

Conviene precisar que, si bien estas competencias son transversales, multifuncionales e independientes, son necesarias de desarrollar (a distintos niveles según la edad) por todos los alumnos a nivel mundial y no reemplazan a las competencias específicas para ciertas situaciones y contextos, pero las comprenden y tienen un mayor alcance (Rychen, 2003; Weinert, 2001). En este sentido, la meta 4.7 del ODS 4 (Educación de Calidad) plantea específicamente que los estudiantes deben adquirir conocimientos y competencias para promover el desarrollo sostenible, ya que la educación para la sostenibilidad “no solo integra contenidos tales como el cambio climático, la pobreza y el consumo sostenible dentro de los planes de estudio, sino que también crea contextos de enseñanza y aprendizaje interactivos y centrados en el alumno” (UNESCO, 2017, p. 7).

Para el desarrollo de estas competencias es necesario considerar estrategias educativas y didácticas diversas, así como procesos formativos transversales provenientes de instancias de educación formal, no formal e informal (Murga-Menoyo, 2015). Ahora bien, pese a que la formación para la educación sostenible se ha visto obstaculizada por la falta de claridad de cómo llevarla a cabo, la UNESCO a través de su programa de acción mundial para el desarrollo sostenible, establece cuatro enfoques a considerar por el profesorado al momento de diseñar e implementar procesos de enseñanza que consideren la EDS, estos son:

1) integral: se espera que la educación no se base solo en transferencia de contenido sobre desarrollo sostenible, sino también en la puesta en juego de un pensamiento relacional e integrador cuyo foco se centre en la participación de prácticas de desarrollo sostenible.

2) contextual: considera a la cultura local y sus problemáticas como el motor para transitar hacia la sostenibilidad, por lo cual las prácticas deben desarrollarse para dar solución a problemas reales tanto a nivel local y global.

3) crítico: apunta a la necesidad de generar instancias que provoquen la reflexión desde una postura crítica sobre información y problemáticas reales, y cómo las propias acciones inciden desde una perspectiva local y global.

4) transformador: se espera ir más allá del pensamiento crítico, reflexivo y de la toma de conciencia, siendo necesario transitar hacia una educación transformadora que genere cambios en las prácticas sociales de los individuos de modo que participen activamente en el mundo.

A través de estos enfoques se busca contribuir al desarrollo de competencias clave de sostenibilidad de manera integrada con los ODS. Si bien la EDS ha ido tomando fuerza, evidenciándose algunas estrategias didácticas que permiten atender de mejor manera a los aspectos antes señalados (Poza-Vilches, López-Alcarria, y Mazuecos-Ciarra, 2019; Fuertes-Camacho, Graell-Martín, Fuentes-Loss, y Balaguer-Fàbregas, 2019; Albareda-Tiana, Vidal-Raméntol, Pujol-Valls, y Fernández-Morilla, 2018), como por ejemplo: 1) abordar la EDS a partir de la interdisciplinariedad, 2) trabajar con la metodología de aprendizaje basada en proyectos y 3) resolver situaciones problemáticas en entornos colaborativos, estas son aún insuficientes, pues

no basta con que las competencias de los futuros profesionales incorporen la sostenibilidad, si después las materias y las disciplinas no contemplan la inclusión de contenidos de sostenibilidad que contribuyan a su adquisición, o el profesorado no lo considera realmente importante y no lo lleva adelante en sus clases (Vilches y Gil, 2012, p. 30).

En definitiva, se trata de que por medio de la EDS se contribuya a “promover cambios sociales, económicos y políticos” (UNESCO, 2017, p. 8) en pos de un presente y un futuro sostenibles. Lo que cobra importancia ante este alarmante escenario de la pandemia de la COVID-19, frente a la cual los ODS adquieren mayor relevancia en el sentido de que nos ofrecen la oportunidad de reconstruir un futuro de una mejor manera, el problema es ¿cómo?

CONEXIÓN ENTRE LA EDUCACIÓN ESTOCÁSTICA Y LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

A diario nos vemos enfrentados a una gran cantidad de datos e información recibidos a través de diversos medios, frente a los cuales es necesario contar con un pensamiento crítico, que permita realizar interpretaciones y análisis para la toma de decisiones, así como para discriminar entre información relevante y no relevante, o aquella que no se ha comunicado adecuadamente. Por ello, existe la necesidad de contar con ciudadanos alfabetizados en estadística y probabilidad (Gal 2002, 2005), capaces de comprender, evaluar y razonar estadísticamente respecto de los principales desafíos de desarrollo para la humanidad.

En este sentido, en las últimas décadas se aprecia un creciente interés a nivel mundial por incorporar en el currículo escolar el estudio de la estadística y la probabilidad desde temprana edad (Batanero, Burril y Reading, 2011), con el propósito de que todos los ciudadanos adquieran las habilidades y conocimientos necesarios para desenvolverse en el mundo actual como ciudadanos críticos, capaces de tomar decisiones -a partir del análisis de datos- en situaciones de incertidumbre; de modo que puedan participar de manera informada y conformar sociedades cada vez más democráticas (Vásquez y Rojas, 2020; Vásquez, Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez y Alsina, 2020; Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez, Vásquez y Alsina, 2020; Batanero, 2019; Engel, 2019; Wild, Utts y Horton, 2018).

No obstante, pese a la relevancia que ha cobrado la Educación Estocástica en los currículos de diversos países y a la evolución que esta ha experimentado en los últimos treinta años, aún queda mucho camino por recorrer, para atender a los problemas y desafíos que implica el contar con ciudadanos alfabetizados en probabilidad y estadística (Batanero, 2019; Zieffler, Garfield y Fry, 2018). Más aún si consideramos que en muchas ocasiones su enseñanza es dejada de lado, producto muchas veces de la falta de preparación del profesorado para abordar estas temáticas (Vásquez y Alsina, 2017, 2019) o bien porque se sienten inseguros a la hora de enseñar estadística y probabilidad, y cuando lo hacen se centran en conocimientos técnicos, en la resolución de ejercicios descontextualizados y en muchas ocasiones la clase de estadística y/o probabilidad se transforma en una clase de aritmética en la que sólo se aplican fórmulas de manera mecánica y carentes de un sentido (Batanero y Díaz, 2011). Esta descontextualización y carencia también se aprecia en los libros de texto escolar (Vásquez, Pincheira, Piñeiro, y Díaz-Levicoy, 2019). Un claro ejemplo de esto se muestra en la Figura 4, donde la tarea matemática propuesta se centra en la

algoritmización del concepto de media aritmética, dejando de lado la comprensión de su significado y aplicabilidad a situaciones en contexto.

2. Calcula el promedio de cada conjunto y analiza si es un buen representante de ellos. Revisa el ejemplo.

$$3 - 4 - 50 - 2 - 5 - 2$$

$$\text{Calcula el promedio: } \bar{X} = \frac{3+4+50+2+5+2}{6} = 11$$

En este caso el promedio obtenido no es un buen representante de la tendencia de los datos, ya que la mayoría de los datos son muy pequeños, excepto por un valor.

- a. 5,5 - 6,2 - 7,1 - 8 - 6,7 - 5,5
 b. 2 - 30 - 1 - 3 - 1 - 1 - 2 - 1
 c. 30 - 32 - 45 - 2 - 31 - 30 - 35

Figura 4. Actividad promedio. Fuente: Iturra, Manosalva, Ramírez y Romero (2020).

Esto de alguna manera podría estar influenciando en las prácticas de enseñanza implementadas en el aula escolar, pues los libros de texto “constituyen la fuente inmediata donde se acumula la experiencia práctica de los profesores, y en cierta medida, los resultados de investigación” (Font y Godino, 2006, p. 68). Por tanto, en sintonía con Batanero y Borovcnik (2016), es necesario prestar atención a los problemas prácticos y pedagógicos derivados de la incorporación de estos temas en los planes de estudio, pues su incorporación en el currículo no garantiza una enseñanza eficaz que involucre a los estudiantes en tareas de resolución y análisis que promuevan el conocimiento y razonamiento sobre estadística y probabilidad.

Desde esta perspectiva, es de especial interés prestar atención a cómo incorporar contextos significativos en el proceso de enseñanza de la probabilidad y la estadística, pues no debemos olvidar que

la estadística requiere de una forma diferente de pensar, porque los datos no son sólo números, ellos son números en un contexto. En matemáticas el contexto oscurece la estructura. En análisis de datos, el contexto proporciona significado (Moore y Cobb, 1997, p. 801).

Desde este punto de vista, concordamos con Batanero y Díaz (2011) quienes plantean que “la estadística es inseparable de sus aplicaciones, y su justificación final es su utilidad en la resolución de problemas externos a la propia estadística” (p. 21). Por tanto, es necesario enfocar la enseñanza de la estocástica a partir de contextos reales y adecuados a la edad y a la etapa escolar de los alumnos, que tengan significado para los estudiantes y que les permita avanzar hacia el aprendizaje de conceptos estocásticos, el empleo de técnicas de cálculo, mejorar sus capacidades de argumentación, formulación de conjeturas y reflexión en torno a dicho contexto. De hecho, las Directrices para la Evaluación y Enseñanza en Educación Estadística (marco GAISE por sus siglas en inglés) definidas por la American Statistical Association (GAISE College Report ASA Revision Committee, 2016; Franklin, Kader, Mewborn, Moreno, Peck, Perry, y Scheaffer, 2007) resaltan la importancia de incorporar contextos cercanos al alumnado, que tengan significado para él y que, a la vez, les permita desarrollar el sentido de los datos, pues “lo que importa no son los datos, sino las respuestas y los conocimientos que buscamos en los datos” (Gal, 2019, p. 4). Sin embargo, esto no es para nada una tarea fácil de llevar a cabo, pues pese a que pueda parecer una idea simple, “el contexto no está presente automáticamente en el aula –tenemos que introducirlo” (Gal, 2019, p. 3). Pero ¿cómo introducir el contexto para enseñar estocástica en el aula escolar y además desarrollar competencias de sostenibilidad?

De acuerdo con el planteamiento de diversos autores el trabajo con pequeñas investigaciones o proyectos en estocástica permitirían no tan solo mejorar la comprensión de los contenidos involucrados en el estudio de la estadística y la probabilidad a través de un aprendizaje más motivador y dotado de sentido, sino que también permitirían favorecer el desarrollo de la alfabetización estadística y probabilística, al mejorar la percepción hacia la utilidad de probabilidad y la estadística, además de fomentar una actitud positiva hacia el estudio de éstas (e. g. Wild y Pfannkuch, 1999; Batanero y Díaz, 2011; Anasagasti y Berciano, 2016; Inzunza, 2017; Zapata-Cardona, 2018). Por lo que resulta crucial, en este sentido, abordar la enseñanza de la estadística y la probabilidad desde el enfoque del trabajo con proyectos

algunos de los cuales son planteados por el profesor y otros escogidos libremente por los alumnos. En lugar de introducir los conceptos y técnicas descontextualizadas, o aplicadas únicamente a problemas tipo, difíciles de encontrar en la vida real, se trata de presentar las diferentes fases de una investigación estadística (Batanero y Díaz, 2011, p. 13).

En definitiva, se trata de que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos a la resolución de una situación problema que sea significativa para ellos, para su entorno, de manera similar a como lo hacen los estadísticos, siguiendo los pasos de un ciclo de investigación estadística (Wild y Pfannkuch, 1999). El trabajar bajo este enfoque modifica el rol del profesor, convirtiendo a los estudiantes en los protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje, además de “favorecer el aprendizaje significativo, promueven el trabajo en grupo y desarrollan capacidades como la reflexión y la autonomía del alumno” (Anasagasti y Berciano, 2016, p. 33).

Por consiguiente, en un mundo que se encuentra en medio de una verdadera emergencia planetaria, es primordial desarrollar competencias en los ciudadanos para “empoderar y equipar a las generaciones presentes y futuras para satisfacer sus necesidades mediante un enfoque equilibrado e integrado de las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible” (Leicht, Heiss, y Byun, 2018, p.7), para lo cual la Educación Estocástica se constituye como una herramienta poderosa que contribuye directamente al desarrollo de las competencias clave de sostenibilidad y, por ende, va en ayuda directa a formar ciudadanos de sostenibilidad. Es en este sentido que la necesidad de desarrollar competencias para el desarrollo sostenible se constituye en un propósito para enseñar estocástica y a su vez la estocástica se convierte en un pretexto para formar en sostenibilidad.

Desde este enfoque teórico, consideramos que la triada: educación estocástica, formación del profesorado, y educación para el desarrollo sostenible, es parte fundamental para acceder a formar ciudadanos de sostenibilidad en el contexto escolar (Figura 5).



Figura 5. Componentes fundamentales para formar ciudadanos de sostenibilidad en el contexto escolar desde la Educación Estadística. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, es necesario indagar respecto de las oportunidades de desarrollo profesional adecuadas para formar al profesorado en el desarrollo de competencias para la sostenibilidad pues ellos “son agentes de cambio poderosos, que pueden dar con la respuesta educativa necesaria para alcanzar los ¹⁷ODS. Sus conocimientos y competencias son esenciales para reestructurar los procesos y las instituciones educativas en pos de la sostenibilidad” (UNESCO, 2017, p. 51). Desde este prisma, se requiere una reorientación de la enseñanza de la estocástica en el aula escolar, que transite hacia una “*Educación Estocástica para la Sostenibilidad*”. De manera tal, que todas las personas tengan la oportunidad de constituirse no solo como ciudadanos alfabetizados en estadística y probabilidad, sino también adquirir conocimientos, competencias, valores y actitudes con los que puedan contribuir al desarrollo sostenible. Si bien la alfabetización estadística y probabilística se concibe como una competencia básica para evaluar datos estadísticos y probabilísticos en contextos diversos (Gal, 2002, 2005; Wallman, 1993), la educación estocástica para la sostenibilidad focaliza la enseñanza de la estocástica a partir del abordaje de problemáticas provenientes de contextos reales y locales vinculados con los ODS, con el propósito de desarrollar competencias que empoderen al profesorado y, por ende, a los estudiantes para reflexionar sobre cuestiones vinculadas al desarrollo sostenible. Lo anterior, permitirá, por un lado, que los estudiantes conozcan y tomen conciencia de la EDS y los ODS y reflexionen respecto de lo que pueden hacer para contribuir a alcanzarlos desde las propias acciones (tomar decisiones) y, por otro lado, otorgar sentido al aprendizaje de la probabilidad y la estadística, permitiendo así una mayor interiorización de lo aprendido.

Para ilustrar el planteamiento anterior, se propone a modo de ejemplo el siguiente proyecto que inicia con la presentación a los alumnos del siguiente extracto de una noticia de prensa.

elmostrador
Noticias Mercados TV Cultura Generación M Agenda País Braga Avisos Legales
Buscar Ingresar

NOTICIAS | AGENDA DESTACADOS

Salud

Chile se convierte en el líder internacional de obesidad tanto en adultos como en niños

por Valeria Acosta | 16 octubre, 2019

Una alarmante realidad se dio a conocer recientemente en nuestro país. Los últimos datos publicados por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) muestran que el 74% de la población adulta en Chile sufren sobrepeso u obesidad. Esto sitúa a Chile en el país de la OCDE con más alta tasa de obesidad y sobrepeso, por encima de México (72,5%) y Estados Unidos (71%). Esto incentivó al gobierno a tomar medidas y convocar un Consejo de Desarrollo sustentable. ¿Cuál es la finalidad de este consejo? ¿Qué consecuencias a largo plazo tiene para la población chilena esta situación?

Figura 6. Obesidad en Chile. Fuente: www.elmostrador.cl

Frente a la lectura de la noticia es importante que el profesor guíe la discusión en torno a ciertas preguntas, por ejemplo: ¿cuáles pueden ser los factores que podrían estar influyendo en el incremento de esta cifra en el país? ¿quiénes presentan un mayor riesgo a sufrir obesidad? ¿cómo podemos combatir la obesidad?

En este contexto, para guiar la discusión, se puede iniciar el diálogo presentando el gráfico de la Figura 7, que ilustra el comportamiento de Chile en cuanto a la obesidad en adultos en relación a otros países miembros de la OECD.

En primer lugar, se puede preguntar a los estudiantes acerca de la información que comunica la gráfica, el tipo de gráfica, ¿cómo se comporta Chile en cuanto a los niveles de obesidad en relación a otros países? En la discusión en torno a estos interrogantes, surgirán afirmaciones variadas, por ejemplo: aquellas vinculadas a los hábitos alimenticios, práctica de deporte, sedentarismo, etc. Este tipo de respuestas brinda el escenario perfecto para plantear a los estudiantes la inquietud de explorar *¿cómo son los hábitos alimenticios del nivel o de la clase? ¿qué tan saludable es nuestra alimentación?* Para ello, se pregunta *¿cómo podemos abordar este desafío?, ¿cómo recolectar los datos?* Quizás se puede diseñar un cuestionario que permita recopilar información relevante que permita dar respuesta a tales interrogantes, ¿qué preguntas se pueden incluir? En este sentido los estudiantes apoyados por el profesor deberán implementar el ciclo de investigación estadística (Wild y Pfannkuch, 1999) (Figura 8).

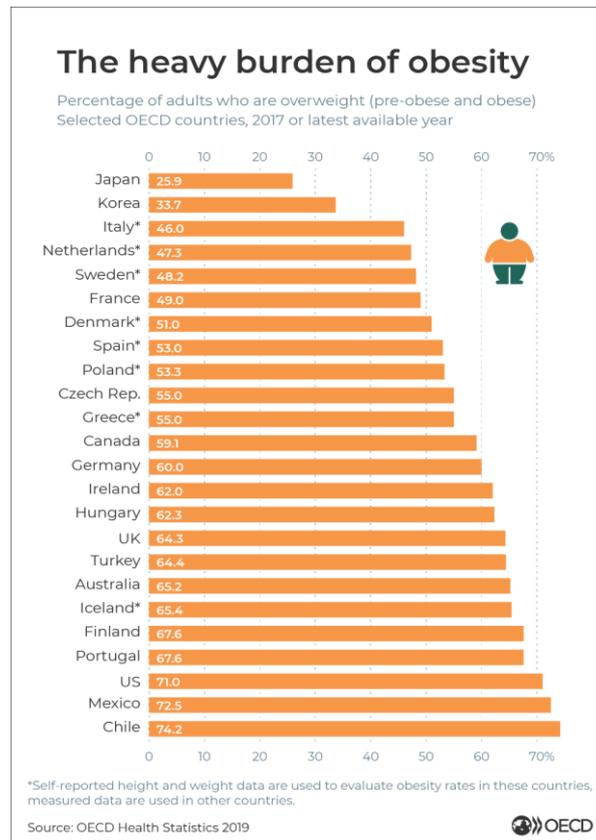


Figura 7. Porcentaje de adultos que presentan obesidad de los países miembros de la OECD. Fuente: www.asachile.com

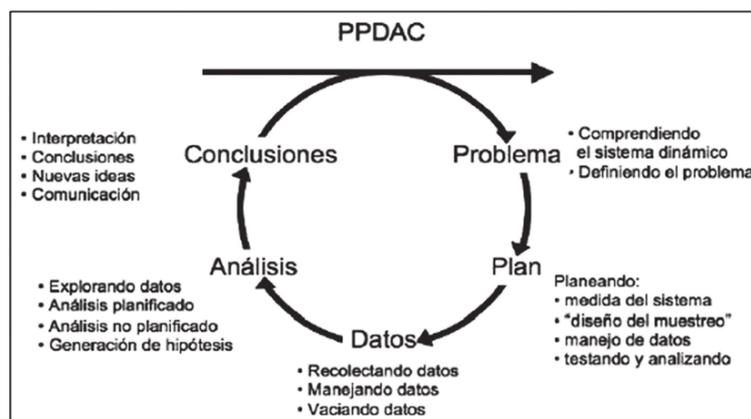


Figura 8. Ciclo de investigación estadística. Fuente: Wild y Pfannkuch (1999).

De manera tal que a partir de la implementación del ciclo de investigación los alumnos trabajen en equipos colaborativos, asignando roles y tareas, donde cada grupo se puede enfocar en aspectos diferentes vinculados a los hábitos alimenticios, por ejemplo, si existen diferencias en los hábitos alimenticios de hombres y mujeres, el consumo de bebidas gaseosas, poco consumo de agua, excesivo consumo de pan, consumo de golosinas, ritos que rodean el acto de comer, etc. Es importante que el profesor guíe el proceso en cuanto a: entender y definir el problema (¿cómo podemos responder la pregunta?); ¿qué y cómo medir? (planificación); recolección de los datos (¿cómo se registrará la información?); ordenamiento de los datos, construcción de tablas, gráficos y herramientas estadística acordes al nivel (análisis de la información); y a la interpretación y comunicación de las conclusiones y generación de posibles nuevas preguntas.

Una vez desarrollado el ciclo de investigación, es importante que los equipos de trabajo colaborativo den a conocer los resultados del proyecto, tanto a sus compañeros de clase como a la comunidad, podrían hacerlo mediante un video en las redes sociales o un póster. Al mismo tiempo se les puede motivar a realizar propuestas concretas a cerca de cómo mejorar los hábitos alimenticios, la manera de contribuir a disminuir los niveles de obesidad en la escuela, la comuna, la región o el país.

Un punto muy importante en el desarrollo de este proyecto que se encuentra directamente vinculado con el ODS 3 de Salud y bienestar -que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas y todos en todas las edades- es que los alumnos no solo se limiten a aplicar el ciclo de investigación y adquieran los conocimientos estadísticos necesarios para su desarrollo y acordes a su nivel escolar, sino que también se debe promover que puedan reflexionar críticamente sobre: sus hábitos de alimentación y el bienestar que eso conlleva; los efectos de la publicidad en los hábitos alimenticios, cómo debiera ser la alimentación durante la adolescencia, etc. De igual manera, se debe promover un pensamiento estratégico, por ejemplo, para buscar estrategias que promuevan una alimentación saludable, salud y bienestar; motivar a otros a decidir y actuar a favor de una alimentación saludable. En definitiva, se trata de que los alumnos desarrollen un pensamiento crítico y tomen autoconciencia sobre el rol que cada uno tiene en la comunidad local y en la sociedad, siendo capaces de idear una visión holística, por ejemplo, de una alimentación saludable, que los lleve a una vida sana, comprometidos con promover esta visión de salud y bienestar para sí mismo, su familia y otros.

Como es posible observar, a través de este proyecto pensado para estudiantes de 12-14 años no solo estarán aprendiendo conceptos estadísticos, sino que también los estarán aplicando a un contexto relevante, con significado, que además les permitirá desarrollar competencias de sostenibilidad.

CONSIDERACIONES FINALES

En este artículo se ha presentado una propuesta sobre cómo dar un giro a la enseñanza de la estadística y la probabilidad dejando de lado la algoritmización de su enseñanza que aún se encuentra presente en muchas aulas, a través de un enfoque centrado en el desarrollo de competencias clave de sostenibilidad que, por su naturaleza orientada a la resolución de problemas, al análisis e interpretación de datos, tiene mucho por aportar, aún más si la vinculamos con los ODS.

Sin duda alguna la Educación Estocástica es un terreno fértil para ayudar a crear conciencia, comprender, reflexionar y actuar, en torno a uno de los desafíos más apremiantes del mundo actual: la Educación para el Desarrollo Sostenible. Si queremos contar con ciudadanos alfabetizados en sostenibilidad se debe desarrollar desde temprana edad en los alumnos la motivación y capacidad para comprender, interpretar, evaluar críticamente y, cuando sea pertinente, expresar opiniones en cuanto a mensajes e información cuantitativa y estadística, a la vez que potenciar argumentos basados en datos, o cuestiones relacionadas con la incertidumbre y el riesgo del mundo real; que les lleve a una toma de decisiones a conciencia para crear un mundo más sostenible. Más aún si consideramos que gran parte de las competencias para el desarrollo sostenible requieren de una alfabetización estadística y probabilística (Gal, 2002; 2005) para su desarrollo.

Por tanto, bajo este enfoque en estudios posteriores será necesario avanzar no solo en caracterizar conocimientos y competencias de sostenibilidad claves para que profesores de matemática implementen a través de la Educación Estocástica, procesos instruccionales idóneos que fomenten una educación sostenible en el aula escolar. Si no también en el formador de profesores, en sus conocimientos, creencias y competencias respecto de la EDS, ¿están capacitados para abordar el desafío de conectar la Educación Estocástica con la EDS? ¿qué tipo de conocimientos se requieren? Se trata pues de que por medio de la Educación Estocástica desde la perspectiva de la sostenibilidad se contribuya a “promover cambios sociales, económicos y políticos” (UNESCO, 2017, p. 8) en pos de un presente y un futuro sostenibles.

AGRADECIMIENTOS

FONDECYT N° 1200356 financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Chile.

REFERENCIAS

- Albareda-Tiana, S., Vidal-Raméntol, S., Pujol-Valls, M. y Fernández-Morilla, M. (2018). Holistic approaches to develop Sustainable Competencies in Pre-service Teacher Training. *Sustainability*, *10*, 3698- 3717.
- Alperovitz, G. (2014). The Political-Economic Foundations of a Sustainable System. In Worldwatch Institute. *Governing for Sustainability*, chapter 18. Washington: Island Press.
- Alsina, A. y Calabuig, M. T. (2019) Vinculando educación matemática y sostenibilidad: implicaciones para la formación inicial de maestros como herramienta de transformación social. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, *1*(1), 1203.
- Anasagasti, J. y Berciano, A. (2016). El aprendizaje de la estadística a través de PBL con futuros profesores de primaria. *Contextos Educativos*, *1* (extraordinario), 31-43.
- Arteaga, P. (2011). *Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores* (Tesis Doctoral). Universidad de Granada, España.
- Aznar, P., Martínez-Agut, M. P., Palacios, B., Piñero, A. y Ull, M. A. (2011). Introducing sustainability into university curricula: an indicator and baseline survey of the views of university teachers at the University of Valencia. *Environmental Education Research*, *17*(2), 145-166. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.502590>
- Batanero, C, Burrill, G. y Reading, C. (2011). *Teaching statistics in school mathematics: challenges for teaching and teacher education*. A Joint ICMI/IASE Study. The 18th ICMI Study Heidelberg: Springer.
- Batanero, C. (2019). Treinta años de investigación en educación estocástica: Reflexiones y desafíos. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Batanero, C. y Borovcnik, M. (2016). *Statistics and probability in high school*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Batanero, C. y Díaz, C. (Eds.). (2011). *Estadística con proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática.

- Begg, A. (1997). Some emerging influences underpinning assessment in statistics. En I. Gal y J. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education*. Amsterdam: IOS Press.
- Ben-Zvi, D., Makar, K. y Garfield, J. (Eds.). (2018). *International Handbook of Research in Statistics Education*. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-94-010-0462-6
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, A. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 37(1), 157-175. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1987). CMMAD. *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza.
- Dahl, T. (2019). Prepared to Teach for Sustainable Development? Student Teachers' Beliefs in Their Ability to Teach for Sustainable Development. *Sustainability*, 11, 1993-2103.
- de Haan, G. 2010. El desarrollo de las competencias relacionadas a la EDS en los marcos institucionales de apoyo. *International Review of Education*, 56(2), 315–328.
- Engel, J. (2019). Cultura estadística y sociedad. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Font, V. y Godino, J.D. (2006). La noción de configuración epistémica como herramienta de análisis de textos matemáticos: su uso en la formación de profesores. *Educação Matemática Pesquisa*, 8(1), 67-98.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D. S., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., y Scheaffer, R. (2007). *A Curriculum Framework for K-12 Statistics Education*. GAISE Report. American Statistical Association. Recuperado de http://www.amstat.org/education/gaise/GAISEPreK-12_Full.pdf
- Fuertes-Camacho, M.T., Graell-Martín, M., Fuentes-Loss, M. y Balaguer-Fàbregas, M.C. (2019). *Sustainability*, 11(3), 767-791.
- GAISE College Report ASA Revision Committee (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016*. Recuperado de <http://www.amstat.org/education/gaise>
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, *Nederlandn*, 70, p. 1-25.
- Gal, I. (2005). Towards 'probability literacy' for all citizens. In G. Jones (ed.), *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning* (pp. 43-71). Kluwer Academic Publishers.
- Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Inzunza, S. (2017). Potencial de los proyectos para desarrollar motivación, competencias de razonamiento y pensamiento estadístico. *Actualidades investigativas en educación*, 17(3), 1-30.

- Iturra, F., Manosalva, C., Ramírez, M. y Romero, D. (2020). *7º Básico Matemática*. Editorial SM. Santiago, Chile.
- Leicht, A., Heiss, J., y Byun, W.J. (2018). *Issues and Trends in Education for Sustainable Development*; UNESCO Publishing: Paris, France; Volume 5. [L]
[SEP]
- Moore, D. y Cobb, G. (1997). Mathematics, Statistics, and Teaching, *American Mathematical Monthly*, 104, 801–823.
- Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55-83. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.004>
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. Paris: OECD. Recuperado de http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/core-foundations/Core_Foundations_for_2030_concept_note.pdf
- ORR, D. W. (2013). *Gobernanza durante la emergencia de larga duración*. En *Worldwatch Institute, The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New York: W.W. Norton. (Versión en castellano con el título “¿Es aún posible lograr la Sostenibilidad?”, editada en Barcelona por Icaria). Capítulo 26.
- Poza-Vilches, F., López-Alcarria, A. y Mazuecos-Ciarra, N. (2019). A Professional Competences’ Diagnosis in Education for Sustainability: A Case Study from the Standpoint of the Education Guidance Service (EGS) in the Spanish Context. *Sostenibilidad*, 11 (6), 1568-1592.
- Reimers, F. y Schleicher, A. (2020). *Un marco para guiar una respuesta educativa a la pandemia del 2020 del COVID-19*, CIAE, Universidad de Chile, OCDE.
- Rieckmann, M. 2012. Educación superior orientada hacia el futuro: ¿Qué competencias clave se deberían fomentar mediante la enseñanza y la educación universitaria? *Futures*, 44(2), 127–135.
- Rychen, D.S. (2003). Competencias clave: Abordar desafíos importantes en vida
Rychen, D.S. y Salganik, L.H. (eds). *Competencias clave para una vida exitosa y una sociedad sana*. Cambridge, MA, Hogrefe y Huber, pp. 63–107.
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. y Woelm, F. (2020). *The Sustainable Development Goals and COVID-19. Sustainable Development Report 2020*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UN. (2020). *Shared responsibility, global solidarity: Responding to the socio-economic impacts of COVID-19*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en <https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-03/SG-Report-Socio-Economic-Impact-of-Covid19.pdf>
- UNESCO. (2014). *Hoja de ruta para la ejecución del Programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230514_spa
- UNESCO. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <https://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1es.pdf>

- UNESCO. (2017). *Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: objetivos de aprendizaje*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO. (2018). *Avances en la educación para el desarrollo sostenible y la educación para la ciudadanía mundial*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vásquez, C. y Alsina, A. (2017). Aproximación al conocimiento común del contenido para enseñar probabilidad desde el modelo del conocimiento didáctico-matemático. *Revista Educación Matemática*, 29(3), p.79-108. DOI: 10.24844/EM2903.03
- Vásquez, C. y Alsina, A. (2019). Conocimiento especializado del profesorado de educación básica para la enseñanza de la probabilidad. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 23(1), 393-419. DOI:10.30827/profesorado.v23i1.9160
- Vásquez, C. y García-Alonso, I. (en prensa). La educación estadística para el desarrollo sostenible en la formación del profesorado. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*.
- Vásquez, C. y Rojas, F. (2020). Enseñar probabilidad para formar ciudadanos de sostenibilidad: ¿Qué sabemos de la COVID-19 y su propagación? *Revista UNO de Didáctica de las Matemáticas*, 89, 22-29.
- Vásquez, C., Pincheira, N., Piñeiro, J.L. y Díaz-Levicoy, D. (2019). ¿Cómo se promueve el aprendizaje de la estadística y la probabilidad? Un análisis desde los libros de texto para la Educación Primaria. *BOLEMA*, 33(65), 1133-1154 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v33n65a08>
- Vásquez, C., Rodríguez-Muñiz, L., Muñiz-Rodríguez, L., y Alsina, A. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Revista Números*, 104, 239-260.
- Vásquez, C., Seckel, M. J. y Alsina, A. (2020). Sistema de creencias de los futuros maestros sobre Educación para el Desarrollo Sostenible en la clase de matemática. *Revista Uniciencia*, v. 34, n. 2, 16-30.
- Vilches, A. y Gil, D. (2012). La educación para la sostenibilidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado, Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 25-43.
- Wallman K. (1993). Enhancing statistical literacy: enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8.
- Wals, A.E.J. (2015). *Más allá de dudas no razonables. Educación y aprendizaje para la sostenibilidad socioecológica en el Antropoceno*. Wageningen, Universidad de Wageningen.
https://arjenwals.files.wordpress.com/2016/02/8412100972_rvb_inauguratie-wals_oratieboekje_v02.pdf
- Weinert, F. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. Rychen & L. Salganik (Eds.), *Definition and selection key competencies* (pp. 45–65). Gottingen: Hogrefe & Huber.
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248. doi: 10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x

- Wild, C.J., Utts, J.M. y Horton, N.J. (2018). What is statistics? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 5-36). Cham, Suiza: Springer.^[1]_{SEP}
- Zapata-Cardona, L. (2018). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana*, 10, 30-41. <https://doi.org/10.14409/yu.v0i10.7695>
- Zieffler, A., Garfield, J. y Fry, E. (2018). What is statistics education? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.) (pp. 37-70). *International handbook of research in statistics education*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_2

Claudia Vásquez Ortiz
Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile
cavasque@uc.cl



ISSN: 2603-9982

Batanero, C., Valenzuela-Ruiz, S.M. y Gea, M.M. (2020). Significados institucionales y personales de los estadísticos de orden en la Educación Secundaria. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 21-39

SIGNIFICADOS INSTITUCIONALES Y PERSONALES DE LOS ESTADÍSTICOS DE ORDEN EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Carmen Batanero, Universidad de Granada, España

Silvia M. Valenzuela-Ruiz, Universidad de Granada, España

María Magdalena Gea, Universidad de Granada, España

Resumen

El objetivo de este trabajo es caracterizar el significado institucional de los estadísticos de orden en la Educación Secundaria (ESO y Bachillerato), identificando los objetos matemáticos elementales involucrados. Para ello presentamos un análisis semiótico de los estadísticos de orden, utilizando el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción matemáticos (EOS), que muestra su complejidad, incluso limitándonos a la estadística descriptiva. También resumimos las dificultades descritas, respecto a cada uno de los tipos de objetos primarios identificados en el EOS, con el fin de caracterizar los posibles significados personales que los estudiantes pueden asignar a los mismos. Esta información puede ser útil para identificar estas dificultades en los estudiantes y ayudarles a superarlas.

Palabras clave: estadísticos de orden, significados institucionales, dificultades de los estudiantes.

Institutional and personal meaning of order statistics

Abstract

The aim of this work is to characterize the institutional meaning of order statistics in Secondary Education (ESO and High School), by identifying the elementary mathematical objects required in the work with the same. To achieve this goal, we present a semiotic approach using Ontosemiotic Approach to Mathematical Knowledge and Instruction (OSA), which reveals the complexity of its meaning, even in descriptive analysis. We also summarize the main difficulties identified in previous research to characterize the personal meaning that students may assign to these statistics. This information is useful in order to identify these difficulties and help students to overcome them.

Keywords: order statistics, institutional meanings, students' difficulties.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la estadística se privilegia actualmente, debido a la necesidad de dotar al estudiante de herramientas que le permita interpretar los numerosos mensajes con información estadística que se presentan en los medios de comunicación (Ridgway, Nicholson, y McCusker, 2011). La necesidad de implicar activamente a los ciudadanos en las decisiones que afectan a campos como la salud, política o educación, requiere adquirir una *estadística cívica*, o conjunto de conocimientos estadísticos y actitudes hacia la estadística que permitan la participación democrática de los ciudadanos en la sociedad (Engel, 2019).

Uno de los temas que se estudia en diversos ciclos escolares son los estadísticos de orden, que nos indican la posición que un cierto valor ocupa dentro de un conjunto de datos ordenados, y por ello nos informan del porcentaje de datos que tienen un valor de la variable menor o igual que dicho estadístico (Hoaglin, Mosteller y Tukey, 1983). Una de las características más importantes de un dato en una lista ordenada es su distancia al principio o final de la lista; de ahí el interés de los estadísticos de orden (Velleman y Hoaglin, 1981).

Otras razones principales que justifican su estudio son, en primer lugar, el análisis exploratorio de datos, introducido por Tukey (1977), que se apoya en gran parte en los estadísticos de orden, en los que se incluyen la mediana, deciles, percentiles y sus rangos, porque son estadísticos robustos. Esta propiedad implica que su valor no se modifica sustancialmente cuando se producen ligeras variaciones en los datos y están poco afectados por los valores atípicos. En el análisis exploratorio de datos también se han introducido una amplia variedad de gráficos basados en los estadísticos de orden, entre ellos el gráfico de cajas y el gráfico cuantil-cuantil (Chambers, 2018).

La mediana, que es uno de estos estadísticos, también se considera como medida de tendencia central, y es la más apropiada para el estudio de datos que no siguen el modelo de la curva normal, cuando existen valores atípicos dentro del conjunto de datos o en variables ordinales (Betanzos y López, 2017).

Por otro lado, los estadísticos de orden son base de la inferencia estadística no paramétrica, que puede aplicarse en condiciones menos restrictivas que la paramétrica o en pequeñas muestras. Entre estos métodos encontramos el test de la mediana o el test de rangos de Wilcoxon, que permite contrastar si dos muestras independientes provienen de la misma población (equivalente al contraste “t” para muestras independientes en poblaciones no normales) o la prueba Kruskal-Wallis (alternativa al análisis de varianza de un factor paramétrico) (Verma, 2019). También existen medidas de asociación específicas para variables ordinales, como el coeficiente de correlación por rangos de Spearman, que se suele utilizar para comparar dos clasificaciones independientes de un mismo conjunto de objetos (Zar, 2005).

Además, existen un gran número de herramientas estadísticas que utilizan este concepto y están enfocadas a realizar análisis específicos. Por ejemplo, el método de Monte Carlo usado para aproximar expresiones matemáticas o la función de cuantiles en la teoría de valores extremos y, por ende, en el análisis de riesgos.

Las directrices curriculares en España refuerzan en los últimos años la enseñanza de la estadística en los diferentes niveles de educación obligatoria. En concreto, la normativa vigente recoge el concepto de mediana y otros estadísticos de orden en el decreto de enseñanzas mínimas de matemáticas tanto para el ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) como para el Bachillerato. La mediana y el intervalo mediano aparecen

por primera vez en el currículo en los cursos primero y segundo de ESO (MECD, 2015). En tercer curso, tanto en las matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas como en las orientadas a las enseñanzas académicas, se contemplan los estadísticos de orden, su cálculo, interpretación y propiedades, así como el diagrama de caja, que se debe utilizar para comparar dos distribuciones en cuarto curso. No hay una mención explícita en el currículo de Bachillerato a estos estadísticos, aunque en primer curso de las ramas de Ciencias Sociales y de Ciencias se incluye la estadística descriptiva bidimensional, donde los estudiantes tendrán ocasión de utilizarlos. Los estudiantes también trabajan implícitamente con los estadísticos de orden cuando estudian, calculan o representan gráficamente las frecuencias acumuladas. En inferencia estadística, estudiada en segundo curso del Bachillerato de Ciencias Sociales, el concepto de percentil se aplica, tanto en la lectura de las tablas de la distribución normal, como en el uso de dicha distribución para el cálculo de intervalos de confianza. Todos estos temas, así como la estadística no paramétrica, se estudian con frecuencia en los cursos universitarios de estadística, tanto de pregrado como de grado.

Aunque esta amplia presencia curricular llevaría a pensar que los estadísticos de orden son conceptos bien comprendidos, algunas investigaciones sugieren la existencia de dificultades frecuentes en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (Cobo, 2003), Bachillerato (Mayén, 2009; Mayén, Cobo, Batanero y Balderas, 2007) e incluso futuros profesores (Gea, Batanero, Fernández y Arteaga, 2016).

El objetivo de este trabajo es caracterizar el significado institucional de los estadísticos de orden en la Educación Secundaria (ESO y Bachillerato), identificando los objetos matemáticos elementales involucrados en el trabajo con los mismos. Además, presentamos un resumen de las principales investigaciones relacionadas con la comprensión de estos estadísticos, que indican que el significado personal construido sobre los mismos no siempre corresponde al significado institucional pretendido en la enseñanza.

FUNDAMENTOS

Nuestra investigación parte del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción matemáticos (EOS) (Godino, 2002; Godino, Batanero y Font, 2007; 2019), que considera las situaciones-problemas como origen de la actividad matemática. En particular, utilizamos la noción de significado de un objeto matemático que se propone dentro de este enfoque, como el sistema de prácticas que realiza una persona, o se lleva a cabo en el seno de una institución, para resolver las situaciones-problemas de donde surge dicho objeto matemático. Los autores diferencian entre prácticas operativas, que se realizan al operar con objetos matemáticos, y discursivas, que incluyen las justificaciones y argumentos que apoyan la resolución de problemas o su justificación; en nuestro caso, nos interesamos por las situaciones-problemas que dan origen a los estadísticos de orden.

En el EOS se entiende por institución a un conjunto de personas que se interesan por resolver una misma clase de situaciones-problemas y donde se aplican herramientas compartidas. En nuestro caso, serían instituciones los matemáticos que aplican métodos basados en estadísticos de orden en su trabajo o las instituciones de enseñanza donde se estudian estos estadísticos. Puesto que el estudio de los estadísticos de orden puede llevarse a cabo con diferentes grados de complejidad y en las diferentes ramas de la estadística, en este trabajo nos limitamos a su estudio dentro de la estadística descriptiva al nivel de la Educación Secundaria.

Al considerar en el EOS una dimensión personal (subjetiva, mental) y otra institucional (objetiva, epistémica) del significado de un objeto matemático (Godino y Batanero, 1998), en nuestro estudio, el significado institucional del tema será el fijado en los currículos para la Educación Secundaria, mientras que el significado personal sería el conjunto de prácticas que los estudiantes realizan cuando se enfrentan a los estadísticos de orden.

Asumimos también del EOS una clasificación de objetos primarios que se ponen en juego dentro la actividad matemática y que se consideran como los elementos de significado (Godino, Batanero y Font, 2007). Dichos objetos matemáticos primarios, a su vez, se organizan en entidades más complejas (sistemas conceptuales o teorías). Por ejemplo, la mediana es un percentil, y los percentiles forman parte de los estadísticos de orden y estos de los resúmenes estadísticos de una distribución. Los objetos elementales considerados en el EOS son los siguientes:

- *Campos de problemas*: son las situaciones o aplicaciones que inducen actividad matemática de donde surge el objeto y pueden ser propias de la misma matemática o extra-matemáticas. En nuestra investigación, nos interesamos por la clase de problemas asociados a los estadísticos de orden.
- *Lenguaje*: los objetos matemáticos son inmateriales, y por tanto se necesitan representaciones materiales de los mismos utilizadas en la actividad matemática (términos, expresiones, símbolos, tablas, gráficos). Por ejemplo, para trabajar con la mediana usamos el término “mediana” o las notaciones Me , P_{50} , D_5 , Q_2 o C_2 .
- *Algoritmos y procedimientos*: acciones y operaciones que se emplean para resolver las situaciones o tareas. Por ejemplo, es característico en la solución de problemas relacionados con los estadísticos de orden hallar el valor de la variable que deja por debajo de él un porcentaje dado de datos (la población o de la muestra).
- *Definiciones y propiedades*: ideas matemáticas y sus relaciones (conceptos, proposiciones). En nuestro caso, existen distintas definiciones equivalentes de los estadísticos de orden que, junto con sus propiedades, se detallarán más adelante.
- *Argumentos*: finalmente, todas estas acciones y objetos se ligan entre sí mediante argumentos o razonamientos que se usan para resolver o comprobar las soluciones de los problemas o explicar a otro la solución y que pueden ser deductivas, inductivas, analógicas, o de otro tipo.

Utilizando esta clasificación, a continuación, caracterizamos el significado institucional de los estadísticos de orden y en la siguiente sección los significados personales que le asignan algunos estudiantes.

SIGNIFICADOS INSTITUCIONALES DE LOS ESTADÍSTICOS DE ORDEN

Como se ha indicado, nos restringiremos a la estadística descriptiva y análisis exploratorio de datos, aunque algunos de los objetos matemáticos identificados en relación con los estadísticos de orden pueden generalizarse para utilizarse en probabilidad, inferencia o análisis de asociación entre variables.

Problemas de los que surgen los estadísticos de orden

En primer lugar, analizamos los campos de problemas, cuya resolución requiere de los estadísticos de orden, entre los que se encuentra la mediana. Cobo (2003) describe tres problemas principales que se resuelven utilizando la mediana y que son los siguientes:

- *CP1. Determinar una medida de centralización cuando la media no es representativa.* Esta situación se da cuando la distribución de la variable en estudio tiene valores atípicos o varias modas y también cuando la distribución de la variable es muy asimétrica. En estos casos, es más representativo aquel valor de la variable que deja por encima y por debajo el mismo número de datos, en comparación con la media aritmética.
- *CP2. Hallar una medida de centralización para un conjunto de datos ordinales.* En las variables ordinales (por ejemplo, el número de orden de nacimiento de los niños en una familia), las diferencias numéricas de la variable no corresponden a diferencias proporcionales en alguna magnitud subyacente (en el ejemplo, la diferencia de edad de los niños). La media aritmética no tiene sentido en estas variables y, por tanto, la mediana sería una medida de centralización más adecuada.
- *CP3. Comparar dos o más conjuntos de datos ordinales.* Por la misma razón anterior, no deben compararse las medias de los conjuntos de datos, sino sus medianas.

Además, podemos encontrar los siguientes campos de problemas asociados a otros estadísticos de orden, cuando se analiza el contenido de los documentos curriculares (MECD, 2015) así como libros de texto de estadística descriptiva (Calot, 1988) o análisis exploratorio de datos (Tukey, 1977; Velleman, y Hoaglin, 1981).

- *CP4. Identificar el porcentaje de valores de la distribución con valor menor o mayor a uno dado.* De este campo de problemas surge la idea de percentil, decil o cuartil, de los que la mediana es un caso particular. Se asocia en general al control de calidad de un producto o de desarrollo de un sujeto; por ejemplo, se sitúa a un niño en el percentil de su altura y peso para comprobar su crecimiento adecuado.
- *CP5. Identificar el valor al que corresponde un porcentaje de casos menor o igual en una distribución.* Es el problema inverso al anterior y da lugar al concepto de rango de percentil. Uno de los usos más frecuentes en Bachillerato es la lectura de la tabla de la distribución normal estándar, que se aplica, tanto para la resolución de problemas de cálculo de probabilidades con la curva normal, como en el cálculo del intervalo de confianza, que se estudia en el segundo curso del Bachillerato de Ciencias Sociales.
- *CP6. Resumir gráficamente la distribución representando los porcentajes de casos centrales y extremos de la misma.* Este resumen se consigue mediante el gráfico de cajas en el que se representan cinco puntos de las distribuciones: mínimo, máximo, mediana y cuartiles, así como los valores atípicos. La determinación de estos estadísticos es, entonces, necesaria para la construcción del gráfico. Este campo de problemas se puede ampliar para comparar dos o más distribuciones.

- *CP7. Comparar gráficamente la diferencia de distribución empírica con otra teórica.* Esto se consigue con el gráfico cuantil-cuantil. Para ello se representa en un sistema de coordenadas cartesianas un gráfico de dispersión donde la primera coordenada es un cuantil de la distribución teórica modelo y la segunda el correspondiente cuantil de la distribución empírica.

Lenguaje asociado

En el EOS (Godino et al., 2007), la importancia del lenguaje es que se considera como mediador de las prácticas personales o institucionales, debido a su carácter representacional y operativo. Puesto que el objeto abstracto no es tangible ni visible, para trabajar con él es representado mediante palabras y notaciones. Igualmente, el lenguaje matemático sirve para representar las propiedades, así como para describir los problemas y sus datos. Siguiendo a Ortiz, Batanero y Serrano (2001) vamos a distinguir tres tipos de lenguaje:

- *Lenguaje verbal:* que incluye términos matemáticos o vocablos y expresiones del lenguaje natural. En el caso de la “mediana” además de con este nombre también podemos referirnos a ella mediante el percentil 50, quinto decil o segundo cuartil. Todos estos términos son sinónimos y el alumno debe saber emplearlos indistintamente. Igualmente ocurre con otros estadísticos, por ejemplo, hablamos de primer cuartil o percentil del 25%. Además, se utilizan expresiones como “estadísticos de orden”, “medidas de posición”, “resúmenes estadísticos” o “porcentaje de casos mayor/menor”, entre otros. El posible problema con el lenguaje verbal es que es poco preciso y una misma palabra puede tener diferentes significados, que el alumno llega a diferenciar únicamente con la experiencia y el aprendizaje (Barwell, 2005).
- *Lenguaje simbólico:* un elemento característico del lenguaje matemático son los símbolos. Las notaciones más usuales para referirnos a los estadísticos de orden son Q_i para los cuantiles, C_i para los cuartiles, D_i para los deciles y P_i para los percentiles. En el caso particular de la mediana podemos referirnos a ella mediante las notaciones Me , P_{50} , D_5 y Q_2 . Para el cálculo de estos estadísticos intervienen, además, otros elementos entre los que destacamos las siguientes notaciones: x_i para los datos, f_i para las frecuencias relativas, n_i para las frecuencias absolutas, I_{i-1} e I_i para los extremos inferior y superior de un intervalo respectivamente, a_i para la amplitud de dicho intervalo y n para referirnos al número total de datos, así como desigualdades, paréntesis o corchetes y símbolos como %.
- *Lenguaje gráfico y tabular:* este tipo de lenguaje nos permite resumir y visualizar la información de forma eficiente, aunque no está exento de complejidad, debido a los diferentes tipos de tablas y gráficos, cada uno de los cuáles requiere de la comprensión de otros objetos matemáticos para su interpretación (Pallauta, Gea y Batanero, 2020). Destacamos en relación con los estadísticos de orden los listados de datos aislados, que pueden presentarse ordenados (ascendente o descendente) o desordenados. También tenemos las tablas de frecuencia (datos aislados o agrupados en intervalos) y gráficos como los de barras o líneas, el gráfico de caja o el gráfico cuantil-cuantil.

Definiciones y propiedades

Existen diferentes definiciones equivalentes para los estadísticos de orden, que analizaremos con el ejemplo de la mediana, que se pueden generalizar fácilmente a otros estadísticos. Cada una de ellas resalta diferentes aspectos del significado del concepto:

- Si queremos enfatizar la idea de posición del estadístico dentro de la distribución, tenemos la siguiente definición: “La mediana, valor mediano o valor central de una serie numérica es el valor que ocupa el punto central cuando la serie está ordenada creciente o decrecientemente” (Nortes Checa, 1993, p. 69) o bien “Mediana es el valor de los datos que ocupa la posición media, cuando los datos están clasificados en orden, de acuerdo con su tamaño” (Johnson y Kuby, 2008, p. 75).
- Si se pretende resaltar el porcentaje de casos situados por encima y por debajo de la mediana, tomamos la siguiente: “Se define la mediana como el valor de la variable, tal que, supuestos ordenados todos los valores numéricos de la variable en orden creciente, la mitad son inferiores a él y la otra mitad iguales o superiores” (Nortes Checa, 1993, p. 69). O esta otra definición equivalente: en un conjunto finito de valores, la mediana es el valor que divide a la distribución en dos partes iguales, de tal forma que la mitad de los valores son mayores que la mediana y la otra mitad menores.
- Si relacionamos la mediana con la frecuencia acumulada: “La mediana es el valor de la variable estadística tal que la ordenada del diagrama acumulativo de frecuencias absolutas es igual a $n/2$, siendo n el número total de datos” (Calot, 1988, p. 56).
- También podemos definir la mediana como solución de una ecuación en la que interviene la función de distribución: “La mediana es el valor de la variable estadística tal que la ordenada de la curva de distribución empírica (representación gráfica de las frecuencias relativas acumuladas) es igual a $1/2$ ” (Calot, 1988, p. 56).

Indiferentemente de la definición que utilicemos, los estadísticos de orden tienen las siguientes propiedades, que en Cobo (2003) aparecen estudiadas para el caso de la mediana y clasificadas en tres bloques: algebraicas, numéricas y estadísticas.

- En primer lugar, podemos considerar que el estadístico de orden es una función que asigna al conjunto de datos dado un valor numérico. Las *propiedades algebraicas* se refieren a la operación realizada con dicho conjunto de datos, que no es una operación interna (puede tomar un valor distinto al de los datos que componen el conjunto), no tiene elemento neutro ni simétrico, ni es asociativa. Conserva los cambios de escala y origen, las unidades de medida son las mismas que las de la variable y, además, es conmutativa (el orden de los datos no afecta al valor del estadístico).
- Por otro lado, cuando se analiza el valor numérico obtenido mediante la operación anterior, encontramos las *propiedades numéricas*. Una de estas propiedades es que un estadístico de orden está comprendido entre el mínimo y el máximo del conjunto de datos, pudiendo ser igual a uno de estos dos valores, pero no tiene por qué coincidir siempre con uno de los valores de los datos. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se calcula la mediana en un conjunto par de datos y los dos datos centrales tienen diferente valor, en cuyo caso, se suele dar como valor de la

mediana la media aritmética de los dos valores que ocupan las posiciones centrales. Por otro lado, el valor del percentil del $r\%$ es una función creciente del valor r , es decir, cuanto mayor sea el porcentaje para el que se desea calcular el percentil, más alto será el valor de dicho percentil. No obstante, hay que tener en cuenta que no es una función lineal. Además, el valor numérico del estadístico de orden no tiene por qué cambiar cuando se cambia cualquier dato, pues en su cálculo no se tienen en cuenta los valores de los datos sino la posición que ocupan.

- Finalmente, cuando consideramos los estadísticos de orden en función de la información que nos entregan los datos, se tienen las *propiedades estadísticas*. Todos los estadísticos de orden son *robustos*, es decir, su valor no se ve afectado por los valores extremos. Además, la mediana es preferible como medida de tendencia central a la media o la moda en distribuciones asimétricas, con valores atípicos y no unimodales. También cuando la variable está agrupada en intervalos y existen intervalos abiertos y cuando se trabaja con variables cualitativas ordinales.

Procedimientos de cálculo

Los estadísticos de orden no tienen un único procedimiento de cálculo, sino que este depende del tipo de datos y la forma en que se presentan. Cobo y Batanero (2000) describen los siguientes procedimientos de cálculo de la mediana, que se generalizan de forma sencilla al resto de estadísticos de orden:

- *Cuando los datos no están agrupados y el número de datos es impar*, se calcula la mediana simplemente tomando el valor de la variable situado en el centro de la lista de datos ordenados por valores crecientes o decrecientes.
- *Para un número par de datos no agrupados*, la mediana es la media aritmética de los dos valores que se encuentren en el centro de la lista de datos ordenados por valores crecientes o decrecientes de la variable.
- *Si los datos son discretos y se da su distribución*, la mediana puede obtenerse de forma gráfica a partir del diagrama acumulativo de frecuencias, buscando el valor de la variable al que corresponde la frecuencia relativa acumulada $1/2$. La ecuación $F(\text{Me})=1/2$, en general, no tiene solución, puesto que la distribución acumulada es una función que varía por saltos, por lo que se derivan diferentes procedimientos de cálculo que se muestran en la Figura 1, siguiendo a Calot (1988, p. 57). Si el número de datos es impar, el valor $n/2$ (respectivamente $1/2$, en frecuencia relativa) corta a la gráfica en el salto del diagrama acumulativo para uno de los valores de la variable. Dicho valor de la variable será la mediana. Si el número de datos es par, la mediana está indeterminada entre los valores x_i y x_{i+1} , ya que todos los valores del intervalo cumplen la definición de mediana (Figura 1). En este caso, se toma como mediana la media aritmética de estos dos valores.

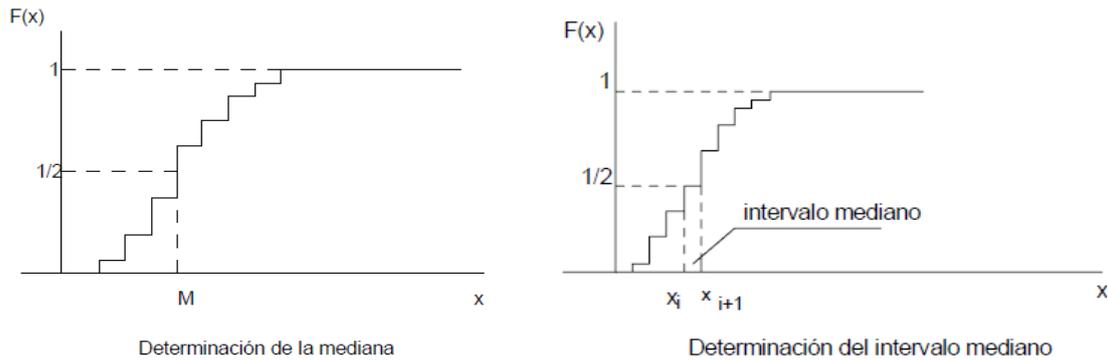


Figura 1. Cálculo de la mediana a partir del diagrama acumulativo de una variable discreta, con número par e impar de valores. Fuente: Calot (1988, p. 57)

- Si se trata de una distribución de frecuencias con datos agrupados en intervalos, además del procedimiento anterior, generalmente hay que interpolar para encontrar el valor exacto de la mediana y, en consecuencia, se obtiene un valor aproximado. Siguiendo a Batanero y Díaz-Batanero (2008, p. 56) describimos el procedimiento de cálculo en la siguiente Figura 2.

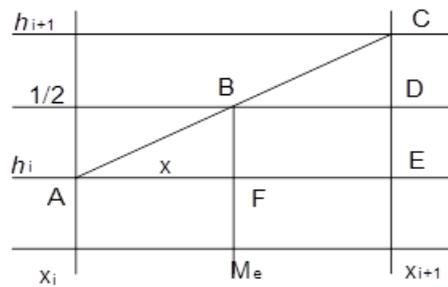


Figura 2. Cálculo de la mediana a partir de datos agrupados. Fuente: Batanero y Díaz (2008, p. 56)

El cálculo se realiza a partir del polígono de frecuencias acumuladas, buscando el valor cuya frecuencia relativa acumulada sea igual a 1/2. Dicha frecuencia corresponderá a un punto del diagrama acumulativo (B en la gráfica), que, ocasionalmente puede coincidir con uno de los extremos del intervalo. Para el caso general, se debe buscar la distancia x que hay que sumar al extremo inferior x_i del intervalo, aplicando proporcionalidad, de modo que:

$$\frac{x}{AE} = \frac{BF}{CE}, \text{ o lo que es lo mismo: } \frac{x}{x_{i+1} - x_i} = \frac{\frac{1}{2} h_i}{h_{i+1} - h_i}$$

El cálculo de la mediana a partir de un gráfico dependerá del tipo de gráfico y puede ser bastante variable, como se describe en Cobo (2003). En todos los casos, el cálculo de la mediana implica tener en cuenta que ésta es el valor que divide a la población en dos partes de igual tamaño.

Para resumir, en la Tabla 1, se muestran las prácticas matemáticas requeridas para el cálculo de la mediana (equivalentemente para el cálculo de un percentil) mediante los diferentes procedimientos descritos. Consideramos también el uso de software para el cálculo que simplifica bastante el procedimiento.

Tabla 1. *Prácticas matemáticas requeridas en el cálculo de la mediana, mediante diferentes procedimientos*

Prácticas matemáticas requeridas	Procedimiento de cálculo					
	N.º impar datos aislados	N.º par datos aislados	Distribución de frecuencias con datos no agrupados	Distribución de frecuencias con datos agrupados	Gráfico	Software u hoja cálculo
Ordenar los datos	x	x				
Calcular la media		x	x (si $F(x)=1/2$ se alcanza entre dos valores de la variable)			
Buscar el valor x , tal que $F(x)=1/2$			x	x	x	
Representar gráficamente la distribución acumulada $F(x)$			x	x		
Leer e interpretar un gráfico			x	x	x	
Tomar el valor x , donde $F(x)$ pasa de menor a mayor de $1/2$			x			
Interpolar				x		
Utilizar la función mediana del software						x

Tabla 2. *Objetos matemáticos asociados al trabajo con diferentes procedimientos*

Objetos matemáticos asociados	Procedimiento de cálculo					
	N.º impar datos aislados	N.º par datos aislados	Distribución de frecuencias con datos no agrupados	Distribución de frecuencias con datos agrupados	Gráfico	Software u hoja cálculo
Variable, valor, orden, desigualdades, porcentaje	x	x	x	x	x	x
Número par o impar de datos	x	x	x	x		
Intervalo de clase, extremos				x	x (dependiendo del gráfico)	
Media		x	x (si $F(x)=1/2$ se alcanza entre dos valores de la variable)			

Frecuencia, Frecuencia acumulada, función de distribución $F(x)$			x	x	x	
Ecuación $F(x)=1/2$			x	x	x	
Función por saltos			x			
Proporcionalidad				x	x	
Interpolación, teorema Thales				x		
Representar una gráfica			x	x	x	
Interpretar una gráfica			x	x	x	
Función mediana del software						x

En la Tabla 2 se presentan los distintos objetos matemáticos elementales requeridos en dichos procedimientos.

Observamos en dichas tablas, que el estudiante debe aprender procedimientos diferenciados, dependiendo del tipo de dato y del modo en que se le proporcionan (agrupados o no). Además, la complejidad de los procedimientos es creciente, comenzando desde el cálculo con datos aislados, tablas de variables discretas o no agrupadas y tablas agrupadas. El cálculo con software es también mucho más simple, pues únicamente se debe conocer la función apropiada del software que produce la mediana o percentil.

Llamamos la atención al hecho de que, para el trabajo con datos presentados en tablas de frecuencia no agrupadas, la función de distribución que representa las frecuencias acumuladas es una función por salto, a la que los estudiantes no están acostumbrados en la educación secundaria (Estepa, 1994). Por otro lado, la interpolación requerida para encontrar la mediana o los percentiles en las tablas de datos agrupados en intervalos se basa en la proporcionalidad, no siempre manejada correctamente por los estudiantes.

Finalmente, habría que añadir los *argumentos* utilizados para el estudio de los estadísticos de orden. Estos argumentos a veces son formales y deductivos, utilizando lenguaje algebraico, por ejemplo, para deducir la fórmula de cálculo de un estadístico. Pero la mayoría de las veces, en los niveles educativos considerados, se utilizan argumentos informales tales como mostrar un ejemplo para analizar una propiedad o para introducir una definición o apoyarse en un gráfico, como hemos mostrado en la presentación de los procedimientos de cálculo. Estos argumentos se utilizan también en otros temas matemáticos, por tanto no son específicos de los estadísticos de orden, por lo que no los analizamos con mayor detalle en este trabajo.

En las siguientes secciones detallamos más específicamente las dificultades que los estudiantes encuentran en el trabajo con cada uno de los tipos de objetos matemáticos elementales asociados a los estadísticos de orden que se han descrito en estos apartados.

SIGNIFICADOS PERSONALES DE LOS ESTADÍSTICOS DE ORDEN

Al enseñar los estadísticos de orden, el profesor trata de ayudar a sus estudiantes a adquirir los diferentes elementos de significado (campos de problemas, lenguaje, definiciones,

propiedades, procedimientos y argumentos) considerados adecuados desde el punto de vista institucional. Para ello, plantea algunos de los problemas descritos en la sección anterior, esperando que, al resolverlos, el estudiante vaya adquiriendo una comprensión gradual del tema. Sin embargo, veremos a continuación, que algunos estudiantes dotan de un significado diferente al institucional (personal) a algunos de estos elementos.

Comprensión de los campos de problemas

El primer punto en el aprendizaje es reconocer los problemas para los que un objeto matemático (en este caso, los estadísticos de orden) es adecuado, lo que no siempre ocurre.

Por ejemplo, en una investigación llevada a cabo por Mayén, Díaz y Batanero (2009), las autoras propusieron a 518 estudiantes mexicanos de cuarto curso de la ESO y segundo de Bachillerato un cuestionario con diferentes problemas referidos a la mediana. Todos los estudiantes habían estudiado la mediana siguiendo las directrices curriculares. En uno de los problemas del cuestionario se pidió calcular la mediana para un pequeño conjunto de datos impar y al que luego se añade un valor atípico. Se preguntó también a los sujetos del estudio cuál era el mejor representante del conjunto de datos (media, mediana o moda), (campo de problemas CP1). Únicamente el 30% de la muestra supo reconocer que la mediana era mejor representante debido al valor atípico, muy apartado del resto de valores. La explicación es que algunos estudiantes argumentan que la media es siempre el mejor representante de un conjunto de datos, lo que atribuimos al uso extendido de la media en la prensa y medios de comunicación, mientras que el empleo de la mediana es más limitado.

Este error se repite en una investigación de Delson y Mugabe (2013) con 25 estudiantes universitarios de primer curso de estadística, por lo que la dificultad continúa en estos estudiantes. Por su parte, Boaventura y Fernández (2004), en una investigación con 181 estudiantes de segundo curso de Bachillerato, encontraron que prácticamente todos los estudiantes eligieron la media y la moda como representantes de un conjunto de datos, sin tener en cuenta la mediana en los casos en que era preferible al pedir identificar la mejor medida de posición central para un conjunto de datos.

Mayén y Díaz (2010) analizan en la misma muestra del estudio anterior otro problema en que se pide comparar dos conjuntos de datos ordinales e indican que únicamente el 34% resolvió correctamente el problema, utilizando la mediana para comparar los dos conjuntos de datos. Algunos estudiantes compararon las frecuencias de los datos con el valor máximo o mínimo, mientras que otros transformaron los datos a valores numéricos y compararon las medias, modas o máximos de los datos transformados, lo cual es una solución incorrecta. El mismo problema fue planteado por Cobo (2003) a estudiantes de primer y cuarto curso de la ESO, obteniendo sólo un 13% de soluciones correctas.

Los problemas anteriores aparecen en ocasiones en profesores o futuros profesores. Por ejemplo, Groth y Bergner (2006) analizaron la comprensión de 36 futuros profesores de educación primaria sobre las medidas de posición central, diferenciando varios niveles de comprensión. Sólo tres de los participantes fueron clasificados en el nivel superior, donde se comprende la diferencia de la mediana con la media y moda y se es capaz de decidir cuándo una medida es más adecuada para un conjunto de datos que otra. Por su parte, Estrada, Batanero y Fortuny (2004) encuentran que el 42% en una muestra de 367 futuros profesores de educación primaria no detecta el efecto de los valores atípicos en el cálculo

de la media o mediana, y otro 14% no fue capaz de discernir cuándo un valor es atípico para un contexto dado.

En otro trabajo con 65 futuros profesores de matemáticas de ESO y Bachillerato, Gea, Batanero, Fernández y Arteaga (2016) pidieron a los participantes decidir la mejor medida de posición central para la distribución de la variable esperanza de vida al nacer, que es claramente asimétrica, proporcionándoles el histograma, diagrama acumulativo y diagrama de caja de dicha distribución, así como los valores de media, mediana y moda. El 12% de los participantes eligen la media indicando que es más representativa al intervenir en su cálculo todos los valores de los datos. Una minoría fue incapaz de decidirse por una de las medidas de posición central.

Comprensión del lenguaje

El empleo de una variedad de lenguajes por parte del estudiante es uno de los principales desafíos en la enseñanza de la matemática (Schleppegrell, 2007) y este hecho se refleja en el aprendizaje del lenguaje asociado a los estadísticos de orden. Se ha detectado que, en muchas ocasiones, los alumnos confunden la terminología de media y mediana. Esto provoca que calculen la media cuando realmente se les está pidiendo que calculen la mediana, como encuentra Cobo (2003) en un estudio con 168 estudiantes de primer curso de la ESO y 144 de cuarto curso de la ESO. Del mismo modo, en el estudio de Mayén, Díaz y Batanero (2009), algunos estudiantes confundieron la representación simbólica de la mediana con la de la media o la moda.

En otros casos se observa dificultad en la interpretación del lenguaje gráfico asociado a los estadísticos de orden. Así, Gea, Arteaga y Cañadas (2017) piden a 65 futuros profesores de matemáticas en la ESO y Bachillerato, licenciados o ingenieros, que se preparaban como profesores en un curso de Máster, interpretar un diagrama acumulativo y un gráfico de caja de la distribución de la esperanza de vida al nacer en un conjunto de países. Algunos estudiantes se limitan a dar una descripción del contenido del gráfico, por ejemplo, el 58% se limita a indicar que el diagrama acumulativo representa las frecuencias acumuladas de la variable. Además, se encuentran interpretaciones incorrectas, pues un 18% de los participantes confunden frecuencias acumuladas y no acumuladas o bien frecuencias y valor de la variable.

La interpretación del diagrama de caja fue generalmente correcta, aunque el 29,3% se limita a describir el gráfico. Por otro lado, un 7,7% de los casos piensa que el porcentaje de casos comprendidos entre cada dos de los cinco puntos que definen el gráfico (mínimo, primer cuartil, mediana, tercer cuartil y máximo) no es exactamente el mismo y uno de los futuros profesores indicó que el gráfico de la caja representa sólo información sobre la esperanza de vida de la cuarta parte de los países de la muestra.

Comprensión de definiciones y propiedades

La mayor parte de las investigaciones relacionadas con la comprensión de definiciones y propiedades se centran en la mediana, aunque, presumiblemente, muchos de los errores que describimos a continuación se deben extender a los estadísticos de orden.

Son varios los investigadores que sugieren que la definición de mediana no es clara para los estudiantes y la confunden con la media (Carvalho, 2001; Mayén, Díaz y Batanero, 2009), pues, de acuerdo a Barros (2003), es la medida de posición central más compleja de interpretar para los estudiantes. Barr (1980) fue uno de los primeros investigadores en

analizar su comprensión, por parte de 95 estudiantes de entre 17 y 21 años, e indica que, aunque la mayoría de ellos conciben la mediana como centro, muchos no saben qué tipo de centro es. A este respecto, Mayén, Díaz y Batanero (2009), por su parte, informan que algunos estudiantes entienden la mediana como centro del conjunto de datos desordenado o como centro geométrico de la distribución (punto medio entre el máximo y el mínimo), interpretación también encontrada por Barros (2003) y Sousa (2002). Todos estos resultados apoyan la dificultad en dar una definición correcta de mediana encontrada tanto por Cobo (2003), como por Mayén, Cobo, Batanero y Balderas (2007).

Las propiedades aritméticas de la mediana no parecen implicar dificultad para los estudiantes. Respecto a las propiedades algebraicas, Mayén, Díaz y Batanero (2009) indican que los estudiantes generalizan propiedades de operaciones aritméticas atribuyéndoselas a la mediana; por ello, suponen que la mediana es una operación interna en el conjunto de datos (de modo que piensan que un conjunto de datos enteros ha de tener una mediana entera).

En relación con las propiedades estadísticas, se sitúa la mediana siempre en el centro geométrico de la distribución, aunque esto sólo ocurre si la distribución es simétrica. No se entiende la propiedad de robustez, porque no se comprende el efecto del valor atípico sobre la media o mediana o no detectan los valores atípicos en una distribución. Como ya hemos indicado al analizar los campos de problemas, muchos estudiantes no comprenden que la mediana puede ser mejor representante de un conjunto de datos que la media, en algunos casos.

Algunas de estas dificultades se presentan en futuros profesores. Por ejemplo, al pedirles interpretar los resúmenes estadísticos de la distribución de la esperanza de vida al nacer, Gea et al. (2016) informan que algunos estudiantes interpretaron que todos los países por debajo del primer cuartil tienen la misma esperanza de vida (el valor del cuartil). Otros pensaban que la mediana debía encontrarse dentro del intervalo modal o que la media era preferible a la mediana en una distribución asimétrica.

Procedimientos de cálculo

Los procedimientos de cálculo son una de las mayores fuentes de dificultad en el trabajo con los estadísticos de orden, debido a la existencia de los varios algoritmos de cálculo descritos al estudiar el significado institucional de estos estadísticos. Como indica Schuyten (2001), incluso los alumnos universitarios encuentran difícil aceptar que se puedan emplear dos algoritmos diferentes de cálculo para un mismo resumen estadístico o que puedan obtenerse valores distintos para el estadístico, al variar la amplitud de los intervalos de clase. Aunque se comprenda la definición del estadístico de orden, para llegar a su cálculo, hay que seguir una serie de pasos y tomar decisiones que el estudiante aprende de memoria sin comprender realmente. Otros estudiantes son capaces de calcular la mediana o un percentil de un conjunto pequeño de datos, pero no cuando se les dan organizados en una tabla de frecuencias (Schuyten, 2001).

También la principal parte de la investigación relacionada con los procedimientos de cálculo se ha limitado al trabajo con la mediana, pero, aun así, se encuentra dificultad incluso con los algoritmos más sencillos. Así, Zawojewski and Shaughnessy (2000) encontraron que un tercio de los estudiantes de segundo curso de Bachillerato (grado 12) eran incapaces de calcular correctamente la mediana de un conjunto de datos no ordenado, error también encontrado por Barr (1980), Cobo (2003) y Mayén, Díaz y Batanero (2009).

Estepa (1994) encontró estudiantes con dificultades para calcular la mediana, a partir de las representaciones gráficas de las frecuencias acumuladas. Para las variables agrupadas en intervalos, una vez construida la gráfica de frecuencias acumuladas, el estudiante tiene que interpolar para hallar el valor de la mediana y los fallos se producen por falta de razonamiento proporcional e insuficiente dominio del manejo de desigualdades. Si se trata de una variable discreta, la gráfica de frecuencias acumulada toma forma de escalera, pero los estudiantes no están acostumbrados a las funciones discontinuas a saltos, por lo que dudan si el valor de la mediana corresponde a un valor de la variable o al siguiente.

Carvalho (2001) observa que los estudiantes de 13-14 años no ordenan los datos para calcular la mediana, error también encontrado en Cobo (2003) y Mayén (2009). En algunos casos, calculan el dato central de las frecuencias absolutas ordenadas de forma creciente; es decir, confunden la frecuencia con el valor de la variable y, en otros, calculan la moda en lugar de la mediana. Barros (2003), Mayén et al., (2007) y Sousa (2002) señalan que algunos estudiantes utilizan solo los valores de la variable, pero no su frecuencia, al calcular la mediana. Por su parte Cobo (2003) encontró que lo más difícil para los estudiantes de su muestra fue calcular la mediana a partir de un gráfico, posiblemente por falta de competencia en la lectura del mismo.

En el caso de cálculo a partir de una tabla de frecuencias nos encontramos con el problema de que la ecuación $F(\text{Me})=1/2$, en general, no tiene solución puesto que la función $F(x)$ para variables discretas es una función por saltos. Esto da lugar a varios procedimientos de cálculo. Si el número de datos es impar, el valor $n/2$ corta a la gráfica en el salto del diagrama acumulativo para uno de los valores de la variable que coincide con el valor de la mediana. Si el número de datos es par, la mediana está indeterminada entre los valores x_i y x_{i+1} y suele tomarse como mediana la media aritmética de estos dos valores.

Finalmente, Cobo (2003) nos informa que sólo el 4% de los estudiantes de su muestra fue capaz de calcular correctamente la mediana a partir de datos dados en un diagrama de barras, posiblemente por falta de facilidad para traducir el gráfico a un listado o tabla de frecuencias.

Estas dificultades aparecen también en los profesores y futuros profesores de educación primaria. Así Friel y Bright (1998) indican que los profesores de educación primaria pueden tener dificultades al calcular la mediana de un conjunto de datos presentado gráficamente. En otro ejemplo, Jacobbe (2012) entrevista a tres profesores con experiencia en la enseñanza de estadística, incluidas las medidas de posición central en educación primaria, e indica que estos no comprenden la razón del diferente algoritmo de cálculo de la mediana ni saben explicar la diferencia conceptual entre media y mediana.

CONCLUSIONES

Los estadísticos de orden tienen una definición muy sencilla, al menos en la primera definición descrita en el trabajo. Pero la comprensión de la definición no ayuda al estudiante a realizar un cálculo correcto, debido a los numerosos algoritmos diferentes, que dependen del tipo de datos y de cómo se presentan. Por otro lado, no siempre se sabe cuándo se debe aplicar un estadístico de orden, por ejemplo, la mediana, quizás porque sea más frecuente pedir al estudiante calcular dicho estadístico que proponerle problemas donde deba elegir qué estadístico aplicar. Son también confusas para los estudiantes las notaciones y las propiedades asociadas. Las mencionadas dificultades no parecen resolverse con la enseñanza actual, ya que aparecen incluso en Bachillerato y futuros profesores.

Estos resultados nos sugieren la necesidad de pensar en la enseñanza actual y si todos los contenidos incluidos deben ser presentados a los estudiantes. Puesto que el software estadístico, tal como CODAP (<https://codap.concord.org/>) o incluso la misma hoja de cálculo, permiten calcular correctamente los estadísticos, podría plantearse eliminar la enseñanza de los diferentes métodos de cálculo y concentrarse en la comprensión de la definición, propiedades y campos de aplicación.

Una sugerencia es incorporar el trabajo con proyectos estadísticos, usando datos reales, que con frecuencia no siguen la distribución normal o tienen valores atípicos, que pueden reforzar el conocimiento de propiedades y campos de problemas de estos estadísticos. Los diferentes recursos manipulativos disponibles en internet pueden completar esta comprensión.

Finalmente, coincidimos con Jacobbe (2012) en que las carencias de conocimiento en los futuros profesores sugieren la necesidad de una formación específica en el tema. Es preocupante que las pocas investigaciones relacionadas con el tema muestren la existencia de dificultades similares a las que tienen los estudiantes. En este sentido, es necesario mejorar la formación del profesorado en estadística y asimismo en didáctica de la estadística. El contenido de este trabajo puede ser utilizado como lectura y fuente de discusión y reflexión para mejorar la formación del profesorado.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2019-105601GB-I00 (AEI) y Grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

REFERENCIAS

- Barr, G. V. (1980). Some student ideas on the median and the mode. *Teaching Statistics*, 2(2), 38-41.
- Barros, P. (2003). *Os futuros professores do 2.º ciclo e a estocástica – Dificuldades sentidas e o ensino do tema*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Barwell, R. (2005). Ambiguity in the mathematics classroom. *Language and Education* 19(2), 118–126. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500780508668667>
- Batanero, C. y Díaz, C. (2008). *Análisis de datos con Statgraphics*. Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Betanzos, F. G. y López, J. K. C. (2017). *Estadística aplicada en psicología y ciencias de la salud*. Madrid: Manual Moderno.
- Boaventura, M. G. y Fernandes, J. (2004). Dificuldades de alunos do 12.º ano nas medidas de tendência central: O contributo dos manuais escolares. Em J. A. Fernandes (Ed.). *Actas do I Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola* (pp. 103-126). Braga: Universidade da Minho.
- Calot G. (1988). *Curso de estadística descriptiva*. Madrid: Paraninfo.
- Carvalho, C. (2001). *Interação entre pares. Contributos para a promoção do desenvolvimento lógico e do desempenho estatístico no 7º ano de escolaridade*. Tesis Doctoral. Universidad de Lisboa.
- Chambers, J. M. (2018). *Graphical methods for data analysis*, 2º ed. London: Taylor and Francis.

- Cobo, B. (2003). *Significado de las medidas de posición central para los estudiantes de secundaria*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Cobo, B. y Batanero, C. (2000). La mediana en la educación secundaria obligatoria: ¿un concepto sencillo? *UNO*, 23, 85-96.
- Delson, A. y Mugabe, D. (2013). O conceito da mediana na perspectiva dos estudantes principiantes. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(9), 202-206.
- Engel, J. (2019). Cultura estadística y sociedad. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html.
- Estepa, A. (1994). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- Estrada, A., Batanero, C. y Fortuny, J. M. (2004). Un estudio sobre conocimientos de estadística elemental de profesores en formación. *Educación Matemática*, 16(1), 89-111.
- Friel, S. N. y Bright, G.W. (1998). Teach-Stat: A model for professional development in data analysis and statistics for teachers K–6. En S. P. Lajoie (Ed.), *Reflections on statistics: Learning, teaching, and assessment in Grades K–12* (pp. 89–117). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gea, M.M., Arteaga, P. y Cañadas, G.R. (2017). Interpretación de gráficos estadísticos por futuros profesores de Educación Secundaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 12, 19-37.
- Gea, M. M., Batanero, C., Fernández, J. A. y Arteaga, P. (2016). Interpretación de resúmenes estadísticos por futuros profesores de educación secundaria. *Journal of Research in Mathematics Education*, 5(2), 135-157.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 22(2/3), 237-284.
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1998). Clarifying the meaning of mathematical objects as a priority area of research in mathematics education. En A. Sierpiska y J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 177-195). Dordrecht: Kluwer.
- Godino, J.D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2019). The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. *For the Learning of Mathematics*, 39(1), 38-43.
- Groth, R. E. y Bergner, J. A. (2006). Preservice elementary teachers' conceptual and procedural knowledge of mean, median, and mode. *Mathematical Thinking and Learning*, 8, 37–63.
- Hoaglin, D. C., Mosteller, F. y Tukey, J. W. (1983). *Understanding robust and exploratory data analysis*. New York: Wiley.

- Jacobbe, T. (2012). Elementary school teachers' understanding of the mean and median. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(5), 1143-1161.
- Johnson, R. y Kubly, P. (2008). *Estadística elemental: Lo esencial* (10ª ed.). Londres: Cengage Learning Editores.
- Mayén, S. (2009). *Comprensión de las medidas de tendencia central en estudiantes mexicanos de educación secundaria y bachillerato*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Mayén, S., Cobo, B., Batanero, C. y Balderas, P. (2007). Comprensión de las medidas de posición central en estudiantes mexicanos de bachillerato. *Unión*, 9(1), 187-201.
- Mayén, S. y Díaz, C. (2010). Is median an easy concept? Semiotic analysis of an open-ended task. In K. Makar (Ed.), *Proceedings the Eighth International Conference on Teaching Statistics*. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute. Disponible en: http://iase-web.org/documents/papers/icots8/ICOTS8_C265_MAYEN.Pdf
- Mayén, S., Díaz, C. y Batanero, C. (2009). Students' semiotic conflicts in the concept of median. *Statistics Education Research Journal*, 8(2), 74-93.
- MECD (2015). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria y del Bachillerato*. Madrid: MECD.
- Nortes Checa, A. (1993). *Estadística teórica y aplicada*. Barcelona: PPU.
- Ortiz, J. J., Batanero, C. y Serrano, L. (2001). El lenguaje probabilístico en los libros de texto. *Suma*, 38, 5-14.
- Pallauta, J.D., Gea, M.M. y Batanero, C. (2020) Un análisis semiótico del objeto tabla estadística en los libros de texto chilenos. *Zetetiké*, 28, 1-19-e020001. DOI: <https://doi.org/10.20396/zet.v28i0.8656257>.
- Ridgway, J., Nicholson, J. y McCusker, S. (2011). Statistical literacy, globalisation, and the internet. Trabajo presentado en el *58th World Statistical Congress*. Dublin: International Statistical Institute.
- Schleppegrell, M. (2007). The linguistic challenges of mathematics teaching and learning: A research review. *Reading and Writing Quarterly*, 23, 139-159.
- Schuyten, G. (2001). Research skills: A closely connected triplet of research area, research methodology and statistics. En C. Batanero (Ed.), *Training researchers in the use of statistics* (pp. 227-230). Granada: IASE.
- Sousa, O. (2002). Investigações estatísticas no 6.º ano. Em Grupo de Trabalho de Investigação (Org.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 75-97). Lisboa: APM.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Velleman, P. F. y Hoaglin, D. C. (1981). *Applications, basics, and computing of exploratory data analysis*. London: Duxbury Press.
- Verma J.P. (2019) Non-parametric tests for psychological data. En J. P. Verma (Ed.), *Statistics and research methods in psychology with Excel* (pp. 477- 521). Singapore: Springer,
- Zar, J. H. (2005). Spearman rank correlation. En T. Colton y P. Armitage (Eds.), *Encyclopedia of Biostatistics*, 7. DOI: <https://doi.org/10.1002/0470011815.b2a15150>

Zawojewski, J. S. y Shaughnessy, J. S. (2000). Data and chance. En E. A. Silver y P. A. Kenney (Eds.), *Results from the seventh mathematics assessment of the national assessment of educational progress* (pp. 235–268). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Carmen Batanero
Universidad de Granada, España
batanero@ugr.es

Silvia M. Valenzuela-Ruiz
Universidad de Granada, España
svalenzuela@ugr.es

María Magdalena Gea
Universidad de Granada, España
mmgea@ugr.es



ISSN: 2603-9982

Martínez-Castro, C. A. y Zapata-Cardona, L. (2020). Desarrollando sentido de agencia en la formación inicial de profesores de Estadística. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 40-55

DESARROLLANDO SENTIDO DE AGENCIA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE ESTADÍSTICA

Cindy Alejandra Martínez-Castro, Universidad de Antioquia, Colombia

Lucía Zapata-Cardona, Universidad de Antioquia, Colombia

Resumen

Se estudió el desarrollo del sentido de agencia en profesores de estadística en formación al participar en un curso diseñado en una perspectiva socio-crítica. Los participantes fueron diez profesores en formación matriculados en un seminario de Didáctica de la Estadística en un programa profesional de Educación Matemática de una universidad pública en el noroeste colombiano. Las fuentes de información fueron las discusiones de los participantes en el seminario mientras trabajaban en investigaciones estadísticas y escritos narrativos de los profesores en formación. Los resultados revelan que el sentido de agencia se evidenció en los participantes al asumir la estadística como una ciencia no neutral, al reconocerse como protagonistas de la historia y al emprender acciones transformativas.

Palabras clave: Educación Estadística, formación de profesores, sentido de agencia.

Developing the Sense of Agency in Statistics Teacher Education

Abstract

The development of the sense of agency was studied in prospective statistics teachers when participating in a course designed from a socio-critical perspective. The participants were ten prospective teachers enrolled in a seminar on Methods for Teaching Statistics within a Mathematical Education professional program at a public university located in the north western of Colombia. The sources of information were the discussions of the seminar participants while working on the statistical investigations and narrative writings of the prospective teachers. The results reveal that the sense of agency was evident in the participants by assuming statistics as a non-neutral science, by recognizing themselves as protagonists of history and by undertaking transformative actions.

Keywords: statistics education, teacher education, sense of agency.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La formación de profesores de estadística ha sido un campo de interés reciente en la investigación educativa representando un importante desafío en la Educación Estadística (Ponte, 2011). Muchos programas de formación de profesores de estadística se han centrado primariamente en el fortalecimiento del saber disciplinar revelando ciertas posturas epistemológicas y concepciones particulares del mundo. Dedicar esfuerzos a robustecer este saber es esencial, pues es reconocido por muchos autores que el profesor de estadística necesita un profundo e integrado conocimiento disciplinar para poder enseñarlo (Burgess, 2009; Groth, 2007). No obstante, ese saber disciplinar es sólo un componente del conocimiento profesional del profesor (Ponte, 2011; Zapata-Cardona y González-Gómez, 2017). Los programas de formación de profesores que hacen un fuerte énfasis en el componente disciplinar, presentando de formas más o menos estructuradas los tópicos y nociones estadísticas que el futuro profesor necesitará en su práctica, han mostrado ser inefectivos (Ponte, 2011). Esta indeseable estructura de los programas termina eternizando una visión del conocimiento como algo neutral, abstracto, estático y desvinculado del mundo (Campos, 2016), además, despoja al profesor de su rol como sujeto cuestionador, perpetúa sus identidades pasivas, desconoce su capacidad creativa, le quita poder y lo asume como un ser sumiso y *alienado*, en el sentido discutido por Radford (2014), desprovisto de voz y conciencia.

En este sentido, este formato de formación se queda corto para ayudar al profesor de estadística a posicionarse como un actor socio-político en su práctica docente que pueda poner la disciplina al servicio de la justicia social y la democracia. Actualmente, el desbordado aumento de la información con la que cuentan las sociedades modernas exige que el ciudadano esté en capacidad de entenderla y utilizarla para la transformación de su entorno en escenarios más humanizados y desalienados (Campos, 2016). Infortunadamente, ni los profesores ni los estudiantes están siendo formados como ciudadanos que puedan asumir el reto de leer y escribir el mundo a través de la información disponible. Es decir, para participar de manera informada en las sociedades democráticas (Engel, Gal y Ridgway, 2016; Engel, 2019) y para ser agentes de cambio. Ser agentes de cambio quiere decir que las personas empiezan a entender su propia capacidad de de-construir representaciones usando la estadística y así forman sus propias concepciones de realidad, conocimiento, poder y política (Gutstein, 2006).

Hoy el mundo necesita ciudadanos que puedan utilizar la estadística para examinar y dar sentido a los problemas sociopolíticos presentes en el mundo y puedan aportar a su solución, en búsqueda de sociedades equitativas y democráticas (Weiland, 2019). Así que uno de los desafíos es superar la limitación que algunos estudios señalan (Casas-Rosal, Villarraga, Maz-Machado, Castro, y León-Mantero, 2019) sobre la poca utilidad que los profesores en formación encuentran en la estadística. La presente investigación es un intento por apoyar al profesor de estadística en formación en este reto de prepararlo para desarrollar las herramientas necesarias para asumir la enseñanza de la estadística, pero al mismo tiempo convertirse en un agente de cambio. El profesor de estadística debe ser capaz de utilizar la estadística para participar, cuestionar, evaluar críticamente, reflexionar y proponer acciones de transformación frente a las situaciones críticas existentes en la sociedad (Weiland, 2016; 2017). La formación inicial no solo debe equipar a los profesores con habilidades y conocimientos para tener éxito académicamente, sino también prepararlos para investigar críticamente, desafiar y actuar sobre las problemáticas presentes en sus comunidades (Turner y Varley, 2007). La formación de profesores debe apoyar el desarrollo de su sentido de agencia, y su capacidad para ser participantes activos y críticos en el mundo.

En consonancia con las ideas expuestas, se propone como pregunta de investigación: ¿Cómo se desarrolla el sentido de agencia en el profesor de estadística en formación al participar en un programa diseñado en una perspectiva socio-crítica?

MARCO TEÓRICO

Sentido de agencia

El sentido de agencia está asociado con las ideas de empoderamiento y liberación. Es una capacidad transformativa para hacer la diferencia en el mundo entendiendo y combatiendo las desigualdades sociales (Porciúncula, Schreiber y Almeida, 2019). Es también una creencia en sí mismos como sujetos de cambio (Gutstein, 2006), como sujetos críticos (Turner y Varley, 2007) y protagonistas de la historia (Gutstein, 2003).

Giroux (1997; 2006), refiriéndose a la idea de agencia, argumenta que es importante educar a los estudiantes para que sean ciudadanos críticos que puedan pensar y creer que sus acciones marcarán una diferencia en la sociedad. Giroux (1997), al considerar a los profesores en formación como intelectuales transformativos, sugiere que necesitan desarrollar un discurso que conjugue el lenguaje de la crítica con el de la posibilidad, de forma que reconozcan que es viable introducir algunos cambios en sus comunidades y sociedades. Siguiendo estos argumentos, algunos investigadores (Johnson y Morris, 2010; Stinson, Bidwell y Powell, 2012) se apoyan en los planteamientos de Giroux frente a la importancia de vincular los lenguajes de crítica y de posibilidad para apoyar el desarrollo de la agencia en las personas. Mediante la conjugación de dichos lenguajes es posible formar personas que crean en el hecho de que la sociedad se puede cambiar, y que sus acciones individuales y colectivas pueden influir en dicho cambio (Giroux, 2006).

El desarrollo de la agencia no solo hace referencia a un plano personal, sino que se extiende al plano de lo social. Ello está en coherencia con las posturas de Gutstein (2003; 2006), quien sostiene que el desarrollo de un sentido de agencia no se limita a una creencia de los sujetos en sí mismos, también requiere desarrollar una creencia en los demás. Esto es lo que Gutstein (2006) denomina sentido de agencia social, y hace referencia a una comprensión de sí mismos como actores capaces de trabajar con otros para promover cambios a favor de la justicia social. Las formas en que las personas se perciben y creen en sí mismas y en los demás, y las acciones que realmente toman, están relacionadas de forma dialéctica (Gutstein, 2006). El desarrollo del sentido de agencia personal y social puede permitir a los profesores en formación verse a sí mismos y a los demás como actores históricos, capaces de rehacer la sociedad (Gutstein, 2003).

Otros aportes de la literatura resaltan la relación entre la agencia y el empoderamiento (Andersson y Norén, 2011; Appelbaum y Davila, 2007; Moore, 2008). De acuerdo con Ernest (2002), una vez que las matemáticas —y en nuestro caso “la estadística”— se convierten en una “herramienta de pensamiento” para ver el mundo de manera crítica, contribuirá al empoderamiento político y social de los sujetos, a la promoción de la justicia social y a una vida mejor para todos. Entonces, el objetivo del desarrollo del sentido de agencia es el empoderamiento de las personas como individuos y ciudadanos en la sociedad, y en última instancia, “el objetivo a largo plazo es el cambio social a través del empoderamiento de la ciudadanía hacia una sociedad más justa e igualitaria”¹ (Ernest, 2002, p. 8). Se trata de que los profesores de estadística en formación desarrollen una

¹ Esta y todas las traducciones al español que se encuentran en este reporte fueron hechas por las autoras.

creencia en su propio poder, y en el de los demás, para influir y dar forma al mundo que los rodea (Weiland, 2017).

La idea de empoderamiento se ha entendido como un proceso de aumento del poder personal e interpersonal, para que los sujetos puedan tomar medidas que los conduzcan a mejorar su situación de vida y la de los demás. Las personas con un sentimiento de poder tienen más posibilidades de contribuir a las acciones para el cambio social y, por ende, cualquier proceso de empoderamiento “individual” es necesariamente un proceso colectivo basado en la mejora de la comunidad (Planas y Civil, 2009). En ese sentido, la agencia tiene que ver con la capacidad de los sujetos para empoderarse y transformarse a sí mismos y a las condiciones de sus vidas y de otros (Moore, 2008).

En el campo de la Educación Estadística, algunas contribuciones como las de Lesser (2007) también enfatizan en el desarrollo del sentido de agencia como una posibilidad para que las personas actúen en los espacios que se encuentran inmersos, entendiendo y combatiendo las desigualdades sociales, además de participar en discusiones, interpretar y producir información de naturaleza cuantitativa. Se infiere entonces que la enseñanza de la estadística debería ayudar a desarrollar en las personas un sentido de empoderamiento para usar información estadística —disponible o producida— para evaluar, e incluso promover, el cambio social en el mundo.

Campos (2016), con argumentos similares, propone que el propósito de la enseñanza de la estadística debería estar acompañado por el objetivo de desarrollar la criticidad y el compromiso de los estudiantes y profesores en cuestiones sociales y políticas, que son relevantes para su realidad como ciudadanos que viven en una sociedad democrática y luchan por la justicia social. En las sociedades impulsadas por los datos, es fundamental que los individuos puedan interpretar y analizar críticamente la información cuantitativa y las estadísticas para ser agentes de cambio (Weiland, 2019). Es así como el sentido de agencia tiene que ver con desarrollar una competencia crítica sobre el papel de la estadística en los contextos sociopolíticos en los cuales estudiantes y profesores están inmersos.

Gutstein (2006), en su discusión sobre el sentido de agencia, introduce el concepto de conciencia sociopolítica —Campos (2016) le llama una conciencia crítica, ética y política— el cual vincula dos procesos dialécticos: la lectura y la escritura del mundo por medio de la estadística. La conciencia sociopolítica se entiende como la capacidad de utilizar la estadística para comprender las relaciones de poder, las desigualdades de recursos y las oportunidades dispares entre diferentes grupos sociales (Gutstein, 2003). El desarrollo de la conciencia sociopolítica tiene que ver entonces con los procesos de ayudar a los individuos a comprender, formular y abordar preguntas, y desplegar análisis de su sociedad.

En las sociedades actuales se hace necesario que los sujetos tengan la oportunidad de abordar problemas sociopolíticos complejos junto con el aprendizaje de conceptos y prácticas estadísticas, en un esfuerzo por leer y escribir el mundo por medio de la estadística como agentes de cambio (Weiland, 2017). Leer el mundo en el sentido de utilizar la estadística para comprender el contexto social, cultural y político en la sociedad, y escribir el mundo en el sentido de usar la estadística para intentar cambiar ese contexto (Weiland, 2019).

Lo anterior, tiene que ver con una de las preocupaciones de la Educación Matemática Crítica sobre la posibilidad de hacer cambios en la sociedad (Skovsmose, 2016). En este sentido, leer el mundo (comprenderlo) siempre debe estar vinculado con la escritura del mundo (hacer cambios) como procesos dialógicos, ya que, el objetivo no sólo es una

mejor comprensión de la sociedad sino también su transformación (Skovsmose, 1999). En ese proceso dialógico de leer y escribir el mundo, los sujetos necesitan desarrollar un sentido de agencia (Gutstein, 2006).

En esta investigación se asume el sentido de agencia, personal y social, en la formación inicial de profesores de estadística vinculado con nociones más amplias de empoderamiento y justicia social. En esta mirada, fomentar el sentido de agencia en los profesores de estadística en formación puede apoyar la equidad (Turner y Varley, 2007) porque los alienta a verse a sí mismos y a los demás como ciudadanos capaces, que tienen el poder de ser “participantes clave en las luchas por la equidad y la justicia” (Gutstein, 2003, p. 27).

METODOLOGÍA

Para responder a la pregunta de investigación propuesta, se siguió un paradigma cualitativo (Creswell, 2014) con un enfoque socio-crítico (Sánchez, 1998) en el que se intenta estudiar el desarrollo del sentido de agencia como es vivido y manifestado por los participantes. Las perspectivas socio-críticas tienen un compromiso con el activismo y se caracterizan por la búsqueda del cambio social y la transformación de los sujetos que participan en la investigación. Los informantes fueron diez profesores en formación (dos hombres y ocho mujeres) matriculados en un seminario de Didáctica de la Estadística en un programa de Educación Matemática de diez semestres de duración de una universidad pública al noroeste colombiano. Dicho seminario aparece en el plan de estudios del programa de formación profesional en el quinto semestre y tiene como prerrequisito un curso de Fundamentos de Estadística. La participación de los profesores en formación fue voluntaria y sólo tomaron la decisión de participar después de ser informados sobre los objetivos, riesgos y beneficios de la investigación.

La producción de información se llevó a cabo a partir de las discusiones en ocho encuentros (dos horas cada uno) del seminario y escritos narrativos de los participantes. Las narrativas aportaron evidencia sobre el desarrollo del sentido de agencia a partir de las experiencias que tuvieron los participantes en el programa de formación inicial. En las narrativas, quien narra evoca espacios, tiempos y otras personas, es decir, se mueve en espacios diversos, va hacia el pasado y se proyecta hacia el futuro (Villareal y Esteley, 2014).

Para apoyar las discusiones en el seminario se diseñaron e implementaron cuatro investigaciones estadísticas, cada una de ellas abordó una crisis social: calentamiento global, valor adquisitivo del salario mínimo en Colombia, desnutrición y obesidad en América Latina y el Caribe, e inequidad de género en Colombia. Las investigaciones estadísticas son una forma holística de organizar la enseñanza de la estadística (Zapata-Cardona, 2016), que se inspira en las raíces filosóficas de la Educación Matemática Crítica (Skovsmose, 1999) y que valora los contextos auténticos. Una investigación estadística comienza con una situación crítica de la sociedad y utiliza herramientas estadísticas para estudiarla empíricamente, comprenderla y reaccionar ante ella. El propósito de una investigación estadística es el desarrollo del conocimiento estadístico y la construcción de la conciencia sociopolítica que da lugar al sentido de agencia. Así, las investigaciones estadísticas no se centran exclusivamente en la adquisición de conocimientos, también toman en cuenta la dimensión social de los seres y el desarrollo de sus capacidades humanas (Radford, 2014; Zapata-Cardona, 2016).

Cada investigación estadística se inició con la lectura y análisis de una noticia tomada de un periódico reconocido, relacionada con cada crisis. Después de la lectura se indagaba sobre el potencial pedagógico de la noticia para la enseñanza de la estadística y se proponía una pregunta estadística (por ejemplo: ¿se está calentando nuestro planeta?). A continuación, se proponían respuestas hipotéticas de estudiantes, algunas de ellas descabelladas y otras razonables, con el fin de estimular la discusión. La investigación estadística terminaba cuando los profesores en formación habían logrado responder a la pregunta estadística y presentaban al resto del curso todo el proceso que habían seguido y las herramientas de indagación empíricas que habían usado (información mucho más detallada del trabajo de campo se encuentra en Martínez-Castro, 2020). Al implementar las investigaciones estadísticas en el programa de formación se buscaba que los participantes usaran información real (datos de archivos meteorológicos, informes de agencias estadísticas, estadísticas del banco mundial, etc.) y técnicas estadísticas (análisis exploratorio de datos, análisis de tendencias, diferencia de medias, contrastes de hipótesis) para estudiar y comprender empíricamente cada una de las situaciones críticas. Se buscaba también que esa comprensión de las crisis del mundo aportara elementos para proponer y emprender cambios que permitieran superarlas.

La unidad de análisis fueron los enunciados verbales y escritos de los participantes mientras trabajaban en las investigaciones estadísticas y los enunciados verbales en los textos narrativos. En dichos enunciados se rastrearon indicios del desarrollo del sentido de agencia de los informantes. Los encuentros fueron grabados en video y luego transcritos palabra a palabra. El análisis siguió una estrategia inductiva, en la cual las autoras revisaron en detalle la información —transcripciones y escritos narrativos— para identificar los episodios que podrían dar cuenta de evidencias del desarrollo del sentido de agencia en el discurso de los participantes y que fueren representativos de lo que sucedió en el programa de formación. Para el reporte se preservó la privacidad y la confidencialidad de la información, y se garantizó el anonimato de los participantes de acuerdo con la ley de investigación colombiana (Ministerio de Salud, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se intenta mostrar el desarrollo del sentido de agencia en los participantes al avanzar en el programa de formación inicial. El discurso de los profesores en formación al abordar las diferentes investigaciones estadísticas dejó ver posibles formas de desafiar y transformar los problemas sociales que permean su mundo, lo que da cuenta de su proceso de desarrollo como agentes de cambio que actúan y participan de la construcción de su historia. A continuación, se presentan algunos episodios ilustrados con los fragmentos del discurso de los profesores de estadística en formación que sugieren indicios del desarrollo del sentido de agencia: la transformación de la estadística como una ciencia no neutral y a una ciencia con un carácter político, una mudanza de un sujeto que aprende estadística para la enseñanza a un sujeto que se ve a sí mismo como protagonista de la historia, y el emprendimiento de acciones transformativas para cambiar el estado actual de las cosas y dar lugar a sociedades más justas y equitativas.

El programa de formación diseñado en una perspectiva socio-crítica permitió que los profesores en formación reflexionaran críticamente frente al carácter no neutral (Campos, 2016; Giroux, 2006) de la estadística. Al ser la estadística una ciencia que permite a las personas acercarse al análisis de fenómenos de sus contextos sociopolíticos, ésta no se puede separar de los intereses de los sujetos cuando llevan a cabo estudios estadísticos

(Weiland, 2019). Tal idea surgió en el discurso de los participantes cuando se abordaron algunas de las problemáticas presentes en las investigaciones estadísticas:

Bruno² (01:02:04): con la estadística podés controlar el alcance de lo que vos pretendés. Hasta que alcance quieres que lea la persona o se informe la persona. [...] Entonces es cómo esa información se controla, se direcciona, se limita a como quiera la fuente de información (Encuentro 1, marzo 5 de 2019, líneas 544-553).

Claudia (00:13:52): para uno determinar que hay inequidad con respecto a alguno de los géneros tiene que determinar muy bien pues como la variable a la que va. [...] Yo insisto en que tiene que ver con lo que escogamos (Encuentro 8, abril 2 de 2019, líneas 107-115).

Valeria (00:22:40): pues algo como que me llama la atención de la noticia es que, pues no sé si se dan cuenta, pero cuando se habla del lado de los trabajadores, la Central Unitaria de Trabajadores [CUT] y la CGT [Confederación General del Trabajo], como que tienen un punto de vista, pero cuando es ACOPI [Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas] que es la asociación de esos pequeños pues tiene el otro punto de vista, y es que unos son trabajadores y los otros son dueños de las empresas [...]. Y [...] utilizando también cifras, puede tomar dos versiones (Encuentro 3, marzo 14 de 2019, líneas 154-159).

Las reflexiones de los participantes dan cuenta de que, la manera en que las personas se acercan e interpretan un conjunto de datos depende de sus intereses. Es decir, los intereses de los sujetos desempeñan un papel tanto en la producción de argumentos basados en datos, como en la interpretación de dichos argumentos. En este sentido, la estadística posee un carácter político (Weiland, 2019), ya que se encuentra influenciada por las decisiones y elecciones que las personas realizan cuando la utilizan para construir argumentos basados en datos y tomar decisiones.

El hecho de que los profesores en formación hayan señalado el carácter político de la estadística al estudiar crisis sociales es algo que desafía la visión neutral y objetiva del conocimiento estadístico (Campos, 2016). Ello señala la importancia de que las personas hagan visibles y explícitos sus intereses cuando recolectan y analizan información estadística, y que reflexionen en cómo dichos intereses podrían influir en sus argumentos (Weiland, 2019). Esto se relaciona con el llamado que hace Skovsmose (1999) en que tanto profesores como estudiantes deben mantener una “distancia crítica” para cuestionar aspectos como la aplicabilidad de la ciencia, quién la usa, dónde se usa y cuáles son los intereses implícitos en dicho uso.

El desarrollo del sentido de agencia se evidenció en la medida en que los participantes empezaron a asumir, como agentes de cambio, una postura crítica frente al papel que puede jugar la estadística en la sociedad (Ernest, 2002; Lesser, 2007). Para que los sujetos puedan participar activamente en sus sociedades como agentes de cambio es importante desarrollar sus habilidades y confianza, no sólo para comprender, sino también para cuestionar las aplicaciones de la estadística en la sociedad y los supuestos ocultos sobre los que descansan. Se trata de formar ciudadanos que puedan hacer juicios cuidadosos y participar en la crítica con respecto a los fundamentos estadísticos para la toma de decisiones (Ernest, 2002) que pueden afectar la sociedad y aportar a su transformación.

El sentido de agencia se puede evidenciar cuando los participantes reconocen el mundo en el que son protagonistas. Es decir, no son sólo agentes pasivos que reciben información, sino que interrogan y critican el estado actual de las cosas y ven todas las fuerzas sociales, económicas y políticas reflejadas en su realidad. El programa de

² Los nombres usados para el reporte son seudónimos para proteger la privacidad de los participantes como lo establece la ley de investigación en Colombia (Ministerio de Salud, 1993).

formación permitió que los participantes reflexionaran sobre la importancia de la estadística como una herramienta para estudiar y comprender problemas sociopolíticos complejos, y así ayudar a lograr un cambio social en el mundo (Lesser, 2007). Ello fue evidente en algunos de los fragmentos del discurso de los participantes plasmados en sus escritos narrativos:

Valeria: ¿Cuáles son las variables que nos permiten deducir patrones?, que la violencia e inequidad de género está asesinando, que no existen condiciones de trabajo digno y bien remunerado para la clase obrera, que el modelo de producción capitalista es insostenible y genera sólo ganancia para unos pocos y pérdidas para la humanidad y el planeta tierra. ¿Cómo generamos predicciones que nos permitan tomar decisiones y cambiar hacia los resultados que queremos si no es con información y datos verídicos y con análisis concretos y coherentes con estos datos? (Escrito Narrativo Valeria, abril 25 de 2019, líneas 38-44).

Laura: [...] noticias como las mencionadas que fueron planteadas desde otros países latinoamericanos y europeos, lograron generar inquietud entre los asistentes, de manera que se reconoció que son problemáticas a las que los colombianos no somos ajenos. Por tal motivo se procede a derivar factores asociados a estos fenómenos, y es aquí como este tipo de investigaciones ayudan en la enseñanza de la estadística ya que, convoca al profesor en formación a entender el mundo por medio de la estadística, puesto que este mundo necesita de tomar conciencia humana, cambio y verdad. Para esto se necesita de datos (Escrito Narrativo Laura, abril 25 de 2019, líneas 23-30).

Además de plasmar tales argumentos en los escritos narrativos, en las discusiones generadas por las investigaciones estadísticas, como la relacionada con la pérdida de valor adquisitivo del salario mínimo en Colombia, también se hizo evidente la importancia dada a la estadística para estudiar problemáticas reales. Allí algunos de los profesores en formación recolectaron información del salario mínimo en Colombia en los últimos 13 años (2006-2018) y lo compararon con variables como la inflación anual en el país y la tarifa del transporte público en las ciudades de Medellín y Bogotá (para el momento de la investigación, la tarifa de un viaje en transporte público representaba cerca del 10% del salario mínimo diario legal vigente). Dicha comparación dio pie para que algunos participantes, como Claudia, cuestionaran el valor adquisitivo del salario mínimo en Colombia —concluyendo su insuficiencia para atender las necesidades básicas y proponiendo un salario mínimo vital mucho más apropiado que un salario mínimo legal—. Claudia formuló la siguiente reflexión:

Claudia (01:32:45): [...] realmente cuando hay que protestar y hay que hacer valer sus derechos. Y cuando uno se da cuenta, a nivel estadístico que ya lo vimos, que están cometiendo de algún modo como una opresión a nivel del bolsillo de los colombianos, hay que ponerse la mano en el corazón y salir y apoyar procesos políticos de huelga, de un montón de referendos, un montón de cosas que a nivel político generen un cambio (Encuentro 4, marzo 19 de 2019, líneas 907-911).

Las reflexiones de Valeria, Laura y Claudia dan cuenta de cómo el poder interpretar y producir información en relación con algunos temas críticos de su sociedad, considerando datos cuantitativos, puede ser una oportunidad para realizar una apreciación duradera o incluso un compromiso con la estadística como “una herramienta para ayudar a comprender (y quizás mejorar) algunos de los asuntos más profundos o apremiantes de nuestra sociedad” (Lesser, 2007, p. 1). De esta forma, el desarrollo de un sentido de agencia se vinculó con la comprensión crítica de los participantes sobre temas de justicia social para formarse como ciudadanos comprometidos que puedan aprender sobre la importancia y el poder de la estadística para evaluar, comprender y aportar al cambio de las inequidades que persisten en la sociedad (Gutstein, 2006; Lesser, 2014).

El programa de formación también permitió a los participantes realizar una reflexión crítica para cuestionar discursos y acciones que en muchas ocasiones continúan perpetuando el estado actual de las crisis existentes en la sociedad. Los fragmentos del discurso de Claudia y Valeria dan cuenta de ello:

Claudia (00:36:37): qué prácticas le vamos a enseñar a los niños para que ellos se hagan conscientes de que el alza de las temperaturas en el país también depende estrictamente no del azar, sino de unas consecuencias ecológicas. Y cómo yo desde mis acciones mejoro o empeoro la situación ecológica del país, y en un caso muy particular de la ciudad [...]. También cómo llevar y hacer esas comparaciones con los niños de nivel estadístico de todas esas variables, economía, crecimiento poblacional, aumento del nivel del mar. Pues hacer eso como ya desde lo estadístico para poder establecer esas variables (Encuentro 2, marzo 7 de 2019, líneas 335-356).

Valeria (01:43:29): gran parte es no reproducirlo [el discurso de inequidad de género]. [...] a través del discurso también [...] legitimamos cosas (Encuentro 8, abril 2 de 2019, líneas 874-893).

En esta oportunidad, las participantes fueron desarrollando su sentido de agencia a partir del cuestionamiento frente a diferentes acciones y discursos que pueden contribuir a perpetuar o contrarrestar prácticas, en este caso, relacionadas con la inequidad de género y el deterioro ambiental. Reflexionar críticamente tiene que ver con “la comprensión y cuestionamiento de nuestras acciones desde las dimensiones éticas y morales [que] pueden influir directa o indirectamente en los demás o en nosotros” (Guerrero, 2008, p. 73). En este caso, las participantes en sus roles como ciudadanas y como futuras profesoras lograron cuestionar acciones y discursos que puedan afectar en el presente o el futuro, directa e indirectamente, la vida de otras personas y la de ellas mismas. A partir de la reflexión crítica, las participantes intentaron interrogar, problematizar y reconstituir discursos deshumanizantes e injustos (Weiland, 2019) en una lucha por contribuir, como agentes de cambio social, a la construcción de sociedades más justas, democráticas y humanizadas.

Se resalta que el discurso de los participantes dejó ver que pueden mirar hacia el futuro como protagonistas de la historia y así “imaginar un mundo que pudiera ser, a diferencia del que simplemente es” (Giroux, 2006, p. 323). De esta manera, el sentido de agencia se asumió, de acuerdo con Gutstein (2006), como un proceso en desarrollo en el cual los profesores de estadística en formación comenzaron a verse como actores capaces de hacer cambios en la sociedad y de creer que las cosas pueden ser diferentes. Esta capacidad de verse como actores de cambio supera su estatus de simples espectadores y permite que se reconozcan como sujetos que hacen historia. Expresiones que aparecen en el discurso de los profesores como *no hay condiciones dignas para los trabajadores, el modelo de producción capitalista es insostenible y el alza de las temperaturas no depende solo del azar* reflejan el rechazo al estado actual de las cosas que generan injusticias y sugieren que es necesario tomar acciones para reconstruir los discursos no democráticos (Weiland, 2019). La visión de los profesores en formación deja de ser la de sujetos receptores de información, y se empiezan a posicionarse como actores que producen conocimiento situado en contextos sociales relevantes, convirtiéndose en protagonistas con poder transformativo (Turner y Varley, 2007).

El programa de formación inspiró a los participantes a pensar en acciones transformativas para desafiar el estado actual de las cosas. Para brindar la posibilidad a los participantes de hacerse conscientes del cambio social que requiere el mundo, el programa de formación permitió, como lo sugiere Campos (2016), desarrollar una conciencia crítica, ética y política, para participar de manera activa y responsable en la sociedad (Campos,

Wodewotzki y Jacobini, 2013). Los participantes discutieron cuáles acciones podrían adoptar para cambiar actitudes y crear conciencia acerca de elementos como la importancia de preservar el medio ambiente y de generar procesos de no discriminación en sus comunidades:

Laura (01:35:04): saqué [me vinculé al programa] lo de EnCicla [Sistema de Bicicletas del Área Metropolitana] [...] de tal manera que yo no esté afectando como tal al medio ambiente, ¿cierto?, para no contribuir a ese calentamiento que nos está produciendo día a día (Encuentro 2, marzo 7 de 2019, líneas 759-765).

Teresa (01:33:00): el consumismo también es algo que se puede trabajar, [...] ¿qué tan necesario es yo estar cambiando cada seis, cada año un celular?, [...] o el carro, la moto, sabiendo que de cierta manera eso puede tener más tiempo de vida útil, tanto para la economía de cada uno como también para el planeta. El hecho de crear un celular eso trae varios factores ambientales, pues perjudica mucho el ambiente [...] (Encuentro 2, marzo 7 de 2019, líneas 735-740).

Claudia (00:58:53): [...] yo creo que una oportunidad muy fuerte [...] es [...] hacerse consciente de la situación de inequidad, y pues la situación, no tanto como de inequidad, sino del género en Colombia, y pues como todo vincularlo a todos estos procesos de no discriminación, aceptación, tolerancia frente al otro (Encuentro 7, marzo 28 de 2019, líneas 482-497).

Los participantes se cuestionaron y, a la vez, propusieron acciones que pueden permitir crear una conciencia para abordar y luchar contra los problemas sociales que los involucran como miembros de la sociedad, tales como el calentamiento global y la inequidad de género. Lo anterior se encuentra en relación con lo que Campos (2016) señala, brindar oportunidades a las personas de generar discursos de responsabilidad social centrados en acciones transformadoras, a partir de una conciencia crítica en la cual los profesores en formación “se apropian del mundo, de la realidad en la cual viven para actuar sobre ella y transformarla y humanizarla” (Guerrero, 2008, p. 67).

El preparar a los profesores en formación como agentes de cambio para su participación en las sociedades democráticas requiere el desarrollo de una conciencia ética y política para guiar dicha participación (Weiland, 2019). La ética tiene que ver con un conjunto de valores morales o filosóficos que las personas utilizan para tomar decisiones en relación con los demás, sus comunidades y el mundo en general (Weiland, 2019), con miras a humanizar la sociedad de la cual hacen parte. La conciencia ética y política se evidenció en algunos enunciados de los participantes, como los que se muestran a continuación:

Ana (00:42:53): yo creo que, si existe inequidad [de género] en Colombia, pues según lo que encontré. Porque digamos en todas las variables [...] [las estadísticas de] las mujeres estaban digamos por debajo de [las de los] hombres, menos la educación. Pero aún con la educación mayor en las mujeres, el desempleo era más bajo [en los hombres]. Eso no tiene sentido, pues en la sociedad que se supone que nos dice que entre más educación tienen más posibilidades, más oportunidades, pues, eso no debería ser así. [...] Quisiera empezar una campaña o algo, ¡mujeres hagan algo! (Encuentro 8, abril 2 de 2019, líneas 329-335).

Claudia (01:42:32): velar primero que todo porque somos personas, somos seres humanos, tenemos unos derechos [...]. Ser hombre o ser mujer no debe ser una desventaja para desarrollar nuestra vida en cualquier aspecto: académico, laboral, económico (Encuentro 8, abril 2 de 2019, líneas 864-868).

Valeria: Generalmente nos vi sorprendidos de cómo los números y la estadística específicamente pueden servir [par]a comprender estos fenómenos y [par]a corroborar consecuencias y relaciones [...], no para quedarnos en un discurso sobre lo mal que están

las cosas, como siempre, sino para proponer soluciones y ponerlas en marcha (Escrito Narrativo Valeria, abril 25 de 2019, líneas 30-33).

En los fragmentos del discurso de Ana, Claudia y Valeria se evidenció, por un lado, como las participantes tuvieron la oportunidad de usar la estadística para analizar situaciones que parecen ser injustas en su sociedad —comparando por género información en varias variables económicas y sociales de la ciudad—, lo cual generó impotencia (en el caso de Ana). También fue evidente un sentimiento sobre poder hacer algo al respecto. Como lo propone Giroux (2006), el discurso ético manifiesta una preocupación por el sufrimiento humano de los oprimidos y puede permitir rechazar prácticas que perpetúan tal sufrimiento. En tal sentido, las sensaciones de impotencia y de querer hacer algo al respecto, al enterarse de diferentes situaciones de injusticia, son desafíos importantes para alentar a los profesores en formación “a verse a sí mismos como capaces de actuar en su entorno y hacer un cambio social positivo hacia un mundo más justo” (Gutstein, 2006, p. 91).

Por otro lado, los participantes se posicionaron como ciudadanos que poseen una responsabilidad ética y política a la hora de actuar en el mundo como agentes humanos conscientes para rehacer la realidad (Gutstein, 2007). Ello permitió que los profesores en formación empezaran a ser conscientes de que comprender y cuestionar las raíces de las injusticias es un primer paso para intentar cambiar el mundo tanto en el presente como en el futuro (Gutstein, 2018). En otras palabras, los participantes aumentaron su conciencia política al reconocer su posición en la sociedad mediante la identificación y visibilización de injusticias existentes en el mundo (Gutiérrez, 2013). Así, el estudiar las diferentes situaciones críticas, presentes en las investigaciones estadísticas, contribuyó a desarrollar un espíritu de resistencia y un sentido de agencia (Gutstein, 2006) en los profesores de estadística en formación.

El programa de formación aportó al desarrollo de un sentido de agencia personal y social en los participantes, al permitirles ver la necesidad de desarrollar un discurso que conjugue el lenguaje de la crítica con el de la posibilidad para que reconozcan que tienen el poder de introducir algunos cambios en sus comunidades y sociedades (Giroux, 2006). Las reflexiones construidas por Claudia y Valeria en sus escritos narrativos así lo sugieren:

Claudia: Como profesora de matemáticas considero que sería [una profesora] que se dejó convencer por el discurso de la enseñanza de la estadística como un medio para la formación de ciudadanos capaces de mejorar este mundo [...]. Pero también, me pienso a futuro como una profesora que trata de convencer a otros de este discurso (Escrito Narrativo Claudia, abril 25 de 2019, líneas 65-71).

Valeria: [...] el conocimiento [estadístico] no debe estar del lado de la competencia sino de la solidaridad y la búsqueda conjunta por cambiar las condiciones actuales por una mejor sociedad [...] para hacer las cosas pequeñas que tienen grandes consecuencias (Escrito Narrativo Valeria, abril 25 de 2019, líneas 59-63).

Cuando los participantes ponen en su discurso expresiones como *empezar una campaña*, *proponer soluciones* y *ponerlas en marcha* y *velar por nuestros derechos* dan cuenta de las acciones transformativas que sugieren el desarrollo del sentido de agencia (Turner y Varley, 2007). De forma similar, con las expresiones como *tratar de convencer a otros* y *solidaridad* y *búsqueda conjunta*, se hace evidente cómo el sentido de agencia no debe quedarse simplemente en la creencia de que se puede mejorar la sociedad por sí solos; por el contrario, se trata de “una comprensión de sí mismos como actores capaces de trabajar con otros para lograr un cambio hacia la justicia social” (Gutstein, 2007, p. 4). Es de esta forma que conjugar un sentido de agencia personal y social es importante para

lograr la constitución de sociedades más justas y humanizadas (Porciúncula et al., 2019). Con fundamento en lo anterior, parece que el programa de formación ayudó a los participantes a usar la estadística tanto para comprender mejor los contextos sociopolíticos de sus propias vidas, como para estar en mejores condiciones para efectuar cambios por y para sí mismos, y con y para los demás (Rubel, 2017).

Las oportunidades que tienen los profesores en formación para participar en la reflexión frente a dilemas y cuestiones sociopolíticas de la sociedad permiten conjugar la lectura y escritura del mundo por medio de la estadística para desarrollar su sentido de agencia personal y social. Aquí fue evidente lo que plantean Zapata-Cardona y Marrugo (2019) cuando argumentan que incluir trabajos relacionadas con temas críticos de la sociedad (problemas ambientales, desigualdades sociales, sesgo de género, indicadores sociales, entre otros) ofrece elementos para que los sujetos se formen como agentes de cambio que tienen la responsabilidad de participar en la sociedad y contribuir a su transformación, a medida que aplican contenidos, procedimientos y herramientas estadísticas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio revelan que los profesores de estadística en formación tuvieron la posibilidad de ir desarrollando su sentido de agencia personal y social como una herramienta para develar y desafiar algunas de las inequidades presentes en su sociedad. El sentido de agencia se evidenció con la evolución de la visión inicial de la estadística como una ciencia no neutral, con la transformación de los participantes de espectadores a protagonistas de la historia y con la concreción de acciones transformativas para cambiar el estado actual de las cosas. Esto se traduce en que los participantes tuvieron la oportunidad de pensar cómo el mundo podría ser un lugar más justo y equitativo, y de creer que sus acciones y las de los otros cuentan y representan el mundo; y por tanto, pueden influir en el cambio y aportar a la construcción de la justicia social y la democracia.

Los participantes de la investigación pudieron reflexionar en cuanto a que sus acciones y las de los demás cuentan y representan el mundo, y con ello, pueden aportar a la creación de sociedades más justas, democráticas y humanizadas. Los profesores en formación desafiaron a través de sus voces algunas de las situaciones críticas presentes en sus entornos, y se apoyaron en la estadística para argumentar a través de datos cuantitativos la necesidad de transformar acciones y discursos en pro del cambio social. En ese sentido, los resultados reportados en esta investigación sugieren una mirada diferente a los procesos de formación inicial de profesores de estadística. El profesor en ejercicio que enseña estadística debe ser un profesional con un conocimiento profundo del saber disciplinar, pero debe también conocer el papel político de la estadística para hacer evidentes las inequidades y para atenderlas intencionalmente en busca de la transformación social. Para cumplir con esta premisa, los programas de formación inicial de profesores de estadística deben considerar la dimensión social de los seres como sujetos críticos, éticos y políticos. La preparación técnica en la formación inicial del profesor de estadística es esencial, no hay duda de ello, pero integrar la formación crítica es una manera de reconocer las relaciones entre ser y saber, como cuestión central en los procesos formativos. El sentido de agencia es una capacidad transformativa que no se desarrolla espontáneamente. Es necesario que los programas de formación inicial confronten a los futuros profesores con situaciones críticas de la sociedad para que reflexionen y cuestionen las condiciones actuales del mundo y emprendan acciones transformativas hacia una sociedad más justa, democrática y humana.

Los resultados de este estudio sugieren que, para desarrollar el sentido de agencia es necesario que los profesores en formación conozcan sus propias historias para desplegar sus identidades sociales y culturales. Esto se logra al integrar en los procesos formativos contextos relevantes que tengan conexión afectiva con los profesores en formación. También es necesario ofrecer oportunidades para que los profesores reflexionen sobre situaciones críticas y en cuanto a que, como personas ordinarias, puedan tomar acciones extraordinarias (acciones transformativas). Además, para que el desarrollo del sentido de agencia supere el plano personal es necesario reconocer las potenciales alianzas para enfrentar batallas que promuevan el empoderamiento, la solidaridad y la posibilidad.

Una de las limitaciones de este estudio es su carácter transversal. Aunque los resultados aportan esperanza para considerar estructuras más humanizantes en los procesos formativos de profesores de estadística, valdría la pena considerar para futuras investigaciones una observación extendida en el tiempo que permita dar cuenta en detalle del desarrollo del sentido de agencia longitudinalmente. Se podría explorar, por ejemplo, cómo esos indicios del sentido de agencia que aparecen en la formación inicial de profesores logran acompañar al profesor de estadística en ejercicio en su práctica docente.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por Colciencias, contrato 438-2017. Agradecemos de manera especial a los profesores en formación por sus valiosos aportes y a los evaluadores anónimos quienes contribuyeron a mejorar este reporte.

REFERENCIAS

- Andersson, A. y Norén, E. (2011). Agency in Mathematics Education. En M. Pytlak, T. Rowland, y E. Swoboda (Eds.), *The Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, CERME 7* (pp. 1389-1398). Poland.
- Appelbaum, P. y Davila, E. R. (2007). Math education and social justice: Gatekeepers, politics and teacher agency. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 22, 1–23.
- Burgess, T. (2009). Statistical knowledge for teaching: Exploring it in the classroom. *For the Learning of Mathematics*, 29(3), 18–21.
- Campos, C. R. (2016). *Towards Critical Statistics Education. Theory and practice*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing.
- Campos, C. R., Wodewotzki, M. L. y Jacobini, O. R. (2013). *Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática* (2da. ed.). Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- Casas-Rosal, J. C., Villarraga, M., Maz-Machado, A., Castro, D. y León-Mantero, C. (2019). Profesores en formación de la Universidad del Tolima: un análisis de sus actitudes hacia la Estadística. *Matemática, Educación y Sociedad*, 2(3), 9–19.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4ta. ed.). Los Angeles: SAGE.
- Engel, J. (2019). Cultura estadística y sociedad: ¿Qué es la estadística cívica? En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*.
- Engel, J., Gal, I. y Ridgway, J. (2016, Julio). *Mathematical literacy and citizen*

- engagement: The role of Civic Statistics*. Trabajo presentado en 13th International Congress on Mathematical Education. Hamburg, Germany.
- Ernest, P. (2002). Empowerment in mathematics education. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 15(1), 1–16.
- Giroux, H. A. (1997). *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Barcelona: Paidós.
- Giroux, H. A. (2006). *La escuela y la lucha por la ciudadanía. Pedagogía crítica de la época moderna* (4ta. ed.). México, D. F.: Siglo XXI editores.
- Groth, R. (2007). Toward a conceptualization of statistical knowledge for teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(5), 427–437.
- Guerrero, O. (2008). Educación Matemática Crítica: Influencias teóricas y aportes. *Evaluación e Investigación*, 3(1), 63–78.
- Gutiérrez, R. (2013). The Sociopolitical Turn in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1), 37–68.
- Gutstein, E. (2003). Teaching and learning mathematics for social justice in an urban, Latino school. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 37–73.
- Gutstein, E. (2006). *Reading and writing the world with mathematics: toward a pedagogy for social justice*. New York: Routledge.
- Gutstein, E. (2007). *Possibilities and challenges in teaching mathematics for social justice*. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 22, 1–32.
- Gutstein, E. (2018). The struggle is pedagogical: Learning to teach critical mathematics. En P. Ernest (Ed.), *The Philosophy of Mathematics Education Today* (pp. 131–143). Switzerland: Springer.
- Johnson, L. y Morris, P. (2010). Towards a framework for critical citizenship education. *The Curriculum Journal*, 21(1), 77–96.
- Lesser, L. M. (2007). Critical values and transforming data: Teaching statistics with social justice. *Journal of Statistics Education*, 15(1), 1–21.
- Lesser, L. M. (2014). Teaching Statistics for Engagement Beyond Classroom Walls. En K. Makar, B. d. Sousa y R. Gould (Eds.), *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS 9)*. Flagstaff, Arizona, USA: Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Martínez-Castro, C. A. (2020). *Ciudadanía crítica en la formación inicial de profesores de estadística* [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia.
- Ministerio de Salud. (1993). *Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. República de Colombia.
- Moore, F. M. (2008). Agency, identity, and social justice education: Preservice teachers' thoughts on becoming agents of change in urban elementary science classrooms. *Research in Science Education*, 38, 589–610.
- Planas, N. y Civil, M. (2009). Working with mathematics teachers and immigrant students: an empowerment perspective. *Journal of Mathematics Teacher Education*,

12(6), 391–409.

- Ponte, J. P. (2011). Preparing teachers to meet the challenges of Statistics Education. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education: a Joint ICMI/IASE Study: the 18th ICMI Study* (pp. 299-309). Dordrecht: Springer.
- Porciúncula, M., Schreiber, K. P. y Almeida, R. L. (2019). Statistical Literacy: A strategy to promote social justice. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, RIPEM*, 9(1), 25–44.
- Radford, L. (2014). Sumisión, alienación y (un poco de) esperanza: hacia una visión cultural, histórica, ética y política de la enseñanza de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 9(12), 17–33.
- Rubel, L. H. (2017). Equity-Directed instructional practices: Beyond the dominant perspective. *Journal of Urban Mathematics Education*, 10(2), 66–105.
- Sánchez, S. G. (1998). *Fundamentos para la investigación educativa. Presupuestos epistemológicos que orientan al investigador*. Santa Fe de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- 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. (2016). Critical Mathematics Education: Concerns, notions, and future. En P. Ernest, O. Skovsmose, J. P. Bendegem, M. Bicudo, R. Miarka, L. Kvasz y R. Moeller (Eds.), *The Philosophy of Mathematics Education* (pp. 9–12). Switzerland: Springer.
- Stinson, D. W., Bidwell, C. R. y Powell, G. C. (2012). Critical pedagogy and teaching mathematics for social justice. *International Journal of Critical Pedagogy*, 4(1), 76–94.
- Turner, E. y Varley, M. (2007). Fostering critical mathematics agency among upper elementary Latino/a youth. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. New York.
- Villareal, M. E. y Esteley, C. (2014). Las potencialidades de la narrativa en la formación de profesores. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1), 23–36.
- Weiland, T. (2016). Towards a framework for a critical statistical literacy in high school mathematics. En M. B. Wood, E. E. Turner, M. Civil y J. A. Eli (Eds.), *Proceedings of the 38th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 984–991). Tucson, AZ: The University of Arizona.
- Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96, 33–47.
- Weiland, T. (2019). Critical Mathematics Education and Statistics Education: Possibilities for transforming the school mathematics curriculum. En G. Burrill y D. Ben-Zvi (Eds.), *Topics and Trends in Current Statistics Education Research. International Perspectives* (pp. 391–411). Switzerland: Springer.
- Zapata-Cardona, L. (2016). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana*, 10, 30–41.

- Zapata-Cardona, L. y González-Gómez, D. (2017). Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza. *Educación Matemática*, 29(1), 61–89.
- Zapata-Cardona, L. y Marrugo, L. M. (2019). Critical citizenship in Colombian statistics textbooks. En G. Burrill y D. Ben-Zvi (Eds.), *Topics and Trends in Current Statistics Education Research. International Perspectives* (pp. 373–389). Switzerland: Springer.

Cindy Alejandra Martínez-Castro
Universidad de Antioquia, Colombia
cindy.martinez@udea.edu.co

Lucía Zapata-Cardona
Universidad de Antioquia, Colombia
lucia.zapata1@udea.edu.co



ISSN: 2603-9982

Pinto Sosa, J.E. (2020). El cambio en el currículo en Educación Estadística en el ámbito universitario: dificultades y retos. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 56-74

EL CAMBIO EN EL CURRÍCULO EN EDUCACIÓN ESTADÍSTICA EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO: DIFICULTADES Y RETOS

Jesús E. Pinto Sosa, Universidad Autónoma de Yucatán, México

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar los elementos curriculares que intervienen para lograr un cambio de paradigma y de formación en la educación estadística en el ámbito universitario. A través de la teoría curricular, se analizaron las recomendaciones emanadas de investigaciones que sugieren cambios específicos en planes y programas de estudio, y libros de texto. Entre los principales hallazgos está la distancia que hay entre lo pertinente y lo posible, así como la prevalencia del enfoque curricular desde la disciplina, bajo una perspectiva técnica, un modelo cerrado y lineal y poco relacionado con los problemas de la sociedad. Se fundamenta la necesidad de contar con un marco teórico curricular común desde el campo de la educación estadística.

Palabras clave: educación estadística, currículo, planes de estudio, formación inicial, universidad

The change in the curriculum in statistical education at the university level: difficulties and challenges

Abstract

The objective of this study was, to analyze the curricular elements involved, to achieve a paradigm change and in the statistical education training at the university environment. Employing the curricular theory, the emanating recommendations from researches suggesting specific changes in plans, programs and textbooks. Among the main findings, are the distance between the pertinent and what is possible, as well as the prevalence of the curricular approach from the discipline, closed, linear and an almost non society problems related, under a technical perspective. It is justified the need to count for a common curricular theoretical framework.

Keywords: statistics education, curriculum, curricula, initial training, university

INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años la investigación en educación estadística ha tenido un avance importante en sus diferentes líneas y temas de estudio. Esto igual se ve reflejado en Latinoamérica en un mayor número de investigadores, incrementos de grupos y redes de investigación y en el número de eventos y congresos especializados.

Desde la reforma de la educación estadística promovida por Moore en 1997, las diferentes investigaciones comparten un interés y necesidad común: lograr un cambio en el enfoque de enseñanza. Esto ha permitido, en el ámbito escolar, generar alternativas que permita pasar de una estadística basada en el cálculo y procedimientos, a una basada en la comprensión conceptual y el aprendizaje activo, el uso de datos genuinos (Chance y Garfield, 2002) y centrar la atención en el razonamiento y pensamiento estadístico en los estudiantes. El cambio ha sido gradual, poco a poco y diferenciado por países, instituciones, escuelas y docentes.

A este movimiento de cambio, se ha añadido el cuestionamiento del papel que tiene la escuela en la formación para la vida, el trabajo y la profesión, es decir, si la educación estadística permite a un estudiante ser una mejor persona, ciudadano y profesionista (Zapata-Cardona, 2016). El origen de este debate es la posible desconexión o desvinculación entre lo que se enseña y aprende en la escuela con lo que se vive y aprende en la sociedad. De esta manera surgen iniciativas como las de Zapata-Cardona (2016) con una educación estadística centrada en la ciudadanía crítica y Castillejos (2020) con la alfabetización estadística orientada a la atención de problemas sociales que enfrentamos como sociedad.

Lo anterior conlleva dos grandes desafíos para la educación estadística: 1) generar un cambio de paradigma que permita que la Estadística en la escuela se vincule más con lo que ocurre en la sociedad y 2) que los trayectos formativos se configuren de tal manera que todo profesionista logre comprender los problemas sociales que enfrentamos e incidir en su solución como ciudadano y desde su profesión.

El objetivo de este artículo es analizar la complejidad del currículo y los elementos que intervienen para lograr un cambio de paradigma y de formación de la educación estadística en el ámbito universitario. La finalidad es articular las recomendaciones que surgen del campo de la educación estadística con el currículo y responder a preguntas como: ¿qué implicaciones desde el currículo tienen?, ¿qué niveles de concreción del currículo se requiere modificar?, y ¿qué actores y elementos intervienen para lograrlo?

Con base en lo anterior, el punto de partida serán los resultados de cinco investigaciones sobre programas de estudio y libros de texto, en un contexto universitario específico, y de una revisión de las recomendaciones que llevan a la necesidad de un cambio curricular. Posteriormente, se expone el marco de referencia desde el campo del currículo. Por último, se discute y analiza las implicaciones de los cambios y recomendaciones que se hacen desde las diferentes perspectivas del currículo.

ANÁLISIS DE PROGRAMAS Y LIBROS DE TEXTO DE ESTADÍSTICA

Como ejemplos de investigaciones que se han realizado con fundamentos en el currículo, a continuación, se presentan los estudios de Pinto (2010), Marín (2017), Castillejos (2020), May (2009) y Medina (2017). Estas investigaciones se llevaron en programas ubicados en instituciones educativas de Yucatán (México), a nivel universitario en su

mayoría y uno a nivel bachillerato. Todas las investigaciones se enmarcan desde el análisis y estudio de la comprensión gráfica en estadística.

Los tres primeros estudios se hicieron en una universidad pública mexicana, cuyo propósito fue el análisis de los programas de estudios sobre estadística. Los dos últimos se tratan de estudios sobre libros de textos, a nivel universitario y a nivel bachillerato.

Análisis de programas de Estadística

Pinto (2010) hizo una revisión de siete programas de Estadística, de los cuales cinco fueron de carreras del área de psicología y dos de educación, en universidades públicas y privadas de Yucatán. Encontró que los programas utilizan una diversidad de objetivos de aprendizaje: aplicar, seleccionar, ayudar, calcular, reconocer, explicar; lo que permite concluir en logros y finalidades diferentes en su instrumentación e implementación.

De la comparación de las estrategias de enseñanza, los criterios de evaluación y la bibliografía recomendada en los programas de estadística, Pinto (2010) encontró que se presentan estrategias genéricas en la mayoría de los programas de estadística; y muy pocas estrategias específicas (propias de la literatura en educación estadística). La gran mayoría de los programas utiliza de un 30 a 60% de exámenes como criterios de evaluación. Cuatro de los siete programas expresa explícitamente la realización de un trabajo final en forma de proyecto estadístico y 6 de 7 expresan la evaluación de tareas, ejercicios o problemas como otro criterio. Respecto de la bibliografía, la mayoría de los programas tiene referentes propios de la metodología de la investigación (ej. Estadística para ciencias sociales o sobre Métodos de Investigación) y muy poca o nula bibliografía especializada en temas estadísticos de contenido y ningún texto sobre representación de datos. Del total de 45 libros, ocho (18%) títulos son de 2000 en adelante; 14 (31%) entre 1995 a 1999, y un poco más del 50% con fecha inferior o igual a 1994.

Marin (2017) hizo un análisis de los contenidos curriculares de los programas de una universidad pública mexicana ubicada al sureste de México, para conocer en qué medida incluyen temas de estadística como parte de su formación profesional. De la revisión de 47 planes de estudio (programas de pregrado) de la universidad, el 83% (39) de ellos incluye alguna asignatura relacionada con estadística. Del análisis de los 39 programas de curso (asignaturas) encontró que los principales verbos utilizados en los objetivos de aprendizaje fueron: analizar (datos), utilizar (técnicas, métodos), comprender (fundamentos, técnicas), aplicar (conceptos, técnicas, métodos) y seleccionar (técnicas) con lo que evidenció la diversidad en los niveles cognitivos de logros de las asignaturas.

Los resultados de Marin (2017) coinciden con Pinto (2010) al encontrar que los gráficos que mayormente se estudian son los de barras, histogramas, gráficos circulares (también llamados de sectores o de pastel), y el polígono de frecuencias. No obstante, hay diferencia en los programas, debido a que sólo aparecen en el 31% de los 39 programas analizados.

Marin (2017) encontró que la estrategia de aprendizaje más utilizada por parte del profesor de estadística fue la resolución de ejercicios de manera individual y en equipos. Concluye que las estrategias de enseñanza son similares y reflejan un modelo tradicional de enseñanza y evaluación en todos los campos. No hay proyectos en la mayoría de las áreas, ya que las estrategias de aprendizaje sólo están centradas en ejercicios en su mayoría.

Recientemente Castillejos (2020) llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue comprender las prácticas de ciudadanía de estudiantes universitarios yucatecos estadísticamente alfabetizados y no alfabetizados, a partir de su comprensión del problema público de la

pobreza y desigualdad. Administró a un total de 849 estudiantes de los últimos semestres de diferentes carreras de universidad pública y privada, dos instrumentos: la Encuesta de Prácticas de Ciudadanía en Universitarios y la Prueba de alfabetización estadística en Pobreza y Desigualdad. Encontró que no hay diferencia significativa entre estar o no alfabetizado estadísticamente y las prácticas de ciudadanía de los futuros profesionistas.

Los resultados de Castillejos (2020) hacen evidente la brecha que existe entre el currículo escolar de los programas de cursos de estadística a nivel universitario y la desconexión con los problemas sociales; es decir, prevalece una enseñanza y aprendizaje centrada en contenido y ejercicios, ajenas o poco relacionadas con los intereses y temas prioritarios de análisis como ciudadanos; al menos en cuanto al uso de la comprensión gráfica como contenido estadístico. Manifiesta la necesidad de contar con libros de texto y materiales para el aprendizaje y enseñanza de la estadística en actividades, ejercicios, tareas o problemas que supongan el análisis estadístico de temas y problemas públicos, como la pobreza, desigualdad, discriminación, marginación, inseguridad, violencia, deterioro ambiental, por mencionar algunos.

Análisis de libros de texto de Estadística

May (2009) analizó 189 ejercicios tomados de 25 libros de textos de estadística de programas de formación inicial de educación y psicología de diferentes universidades e institutos de educación superior de Mérida, Yucatán (México), con el objetivo de identificar, caracterizar y tipificar los ejercicios que se presentan sobre gráficas estadísticas y cómo contribuyen al nivel cognitivo de comprensión del estudiante. Los principales hallazgos fueron:

- a. 90% de los ejercicios tienen un predominio hacia la construcción de gráficos y el uso de histogramas y polígonos de frecuencia, en un nivel básico y elemental,
- b. los libros de textos no abordan el tema de representación gráfica desde la educación estadística,
- c. sólo aparecen algunos gráficos, sus propiedades y forma de construcción, tratándose así de forma escueta y exclusivamente descriptiva,
- d. los libros no proporcionan información y ejemplos suficientes para que el estudiante por sí sólo comprenda su naturaleza e importancia.

May (2009) igual encontró que los libros de texto le dan más importancia a definiciones y construcción de los gráficos, y no a su comprensión, interpretación y análisis.

Por último, Medina (2017), con base en una *Ficha de Análisis de Libros de Texto de Estadística y el instrumento denominado Modelo de Presentación de Contenidos*, realizó el análisis estructural a nivel macro y micro de libros de textos y permitió identificar el tipo de actividades presentados en los materiales y la contextualización del uso para las actividades de aprendizaje. Su objetivo fue analizar la pertinencia, orientación teórica y pedagógica y las características de los libros de texto de estadística utilizados en las escuelas públicas del Nivel Medio Superior.

Las unidades de análisis se componen de los seis libros de textos más utilizados en el contexto de los bachilleratos de Yucatán (México) de diferentes subsistemas como son:

- CBTI – Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios
- CONALEP – Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
- COBAY – Colegio de Bachilleres de Yucatán
- UADY – Universidad Autónoma de Yucatán

- Preparatorias Estatales
- Preparatoria Abierta
- CETI – Centro de Enseñanza Técnica Industrial

Entre los hallazgos que encontró Medina (2017) están que:

- a. prevalece la promoción de actividades orientadas a la aplicación de procedimientos para la obtención de resultados en los libros de texto,
- b. el método PPP (presentación, práctica, producción) identificado en todos los materiales corresponde a una estructura rígida, de carácter procedimental y artificial;
- c. el objetivo de la enseñanza de la representación gráfica identificada en los textos, al igual que del programa de estudio es capacitar al estudiante para leer datos y elaborar gráficos;
- d. se observa en el diseño de los textos poco énfasis a las recomendaciones de la comunidad estadística para la correcta enseñanza de la disciplina a través de la GAISE;
- e. el concepto predominante de la Estadística encontrado en los textos la concibe desde una perspectiva técnica y porcesal, es decir un conjunto de fórmulas procedimentales, reglas y ejecución de actividades de práctica; y
- f. el diseño y tratamiento de contenidos de los libros más utilizados corresponden a un contexto histórico diferente al actual, puesto que su diseño surgió a partir de situaciones y necesidades diferentes a las actuales.

Con base en lo anterior, las diferentes investigaciones permiten concluir la necesidad de un cambio curricular de los programas educativos y de los libros de textos que se utilizan.

El análisis curricular evidencia que no existe un marco curricular común entre los programas respecto al aprendizaje y la enseñanza de la estadística en esta universidad. Prevalece una concepción de currículo como contenido, donde lo esencial es la secuencia lineal, gradual y articulada de temas y subtemas. El diseño curricular, es visto desde un paradigma técnico, donde en su mayoría prevalece las “cartas descriptivas” (de la década de los 70), que enuncia lo únicamente indispensable y que deja un amplio margen de ambigüedad del modelo o enfoque didáctico a realizar (Marín y Pinto, 2017, p. 172).

A una distancia de 10 años, desde el estudio de Pinto (2010) a la fecha, es posible afirmar la necesidad: 1) de profundizar sobre el análisis curricular de los programas de cursos de estadística y de los libros de texto e incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y 2) de modificar y actualizar los trayectos formativos de las carreras universitarias y bachilleratos que reflejen una reforma desde la educación estadística y también que logren incidir en una ciudadanía crítica en los problemas sociales que enfrentamos como sociedad.

Los resultados sobre los libros de textos, evidencian una necesidad impostergable de contar con obras y materiales nuevos que respondan a la diversidad de contextos, desde el fundamento de la educación estadística y de las tendencias de los actuales enfoques que fortalezcan la vinculación de la estadística con la sociedad.

Estas recomendaciones dirigidas al cambio curricular, adquieren mayor relevancia dado que como Pinto (2010) encontró en sus estudios, los docentes afirman frecuentemente que “así lo dice el plan de estudios”, “es lo que estipula el programa”, “es el libro de texto

que se sugiere”; por lo que el cambio desde el currículo puede representar el primer referente para comenzar a lograr el cambio.

Recomendaciones provenientes de investigaciones

Casi todas las investigaciones incorporan en sus estudios las implicaciones que tienen sus resultados en el conocimiento científico, así como en diferentes vertientes o líneas de acción, con base en los objetivos y la contribución alcanzada. Dentro de estas implicaciones están aquellas relacionadas con recomendaciones dirigidas al campo del currículo, es decir, a la necesidad de cambiar, modificar o actualizar algunos elementos que forman parte de los planes de estudio.

Como ejemplo de estas recomendaciones, están las Pautas para la Enseñanza y Evaluación en Educación Estadística (*Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education*, GAISE por sus siglas en inglés) desde preescolar hasta universidad, publicada en 2007 la American Statistical Association (ASA) El reporte GAISE expone seis recomendaciones (tomadas de Cobb, 1992) para enseñar un curso introductorio de Estadística, pero que pueden aplicarse a cualquier curso independientemente del nivel escolar:

1. Enfatizar la alfabetización estadística y el desarrollo del pensamiento estadístico.
2. Usar datos reales.
3. Hacer hincapié en la comprensión conceptual más que mero conocimiento y procedimientos.
4. Sostener un aprendizaje activo en el aula.
5. Usar la tecnología para desarrollar conceptos y analizar datos.
6. Usar evaluaciones que mejoren y evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

Junto con estas recomendaciones están las orientaciones del *Proyecto Internacional sobre Alfabetización Estadística* (ISLP, por sus siglas en inglés, disponible en: <https://iase-web.org/islp/>).

Igual aquí se ubican propuestas de cambios como la necesidad de incluir los fundamentos de las investigaciones estadísticas como parte de los trayectos de formación inicial y continuada (Zapata-Cardona, 2016); la estadística basada en proyectos (Pinto, Zapata-Cardona, Tauber, Alvarado, Ruiz (2018); la construcción del sentido estocástico (Tauber y Redondo, 2016); el desarrollo de la alfabetización estadística como eje transversal en estudiantes universitarios (Pinto, Tauber, Zapata-Cardona, Arlbert, Ruiz y Mafocozi, 2017); y el desarrollo del pensamiento estadístico para una ciudadanía crítica (Zapata-Cardona, 2016).

MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL CURRÍCULO

Generalmente cuando se habla de “currículo” se piensa en el documento conocido como *plan de estudios*, donde se encuentran los fundamentos de su diseño, el objetivo curricular, el perfil de egreso, los contenidos esenciales, la organización y estructura, las estrategias de enseñanza u orientaciones pedagógicas, los recursos y materiales, las formas y criterios de evaluación, así como los tiempos, contextos y demás orientaciones que se estipulan para favorecer el logro del perfil de egreso del estudiante. Esta caracterización implica que operacionalmente existe un documento (físico o digital) aprobado por la autoridad correspondiente que establece las características y

especificaciones en la que se instrumentará, implementará y evaluará dicho programa. En este artículo se utilizará como sinónimo de plan de estudios la palabra plan y trayecto formativo.

Sin embargo, la definición y significado de currículo no es la única. Detrás de dicha palabra subyace un entramado de conceptos y realidades que es necesario conocer. A través de la identificación, clarificación y miradas desde donde se define y analiza, se puede tener una base común para la discusión y análisis sobre el currículo.

Concepto de currículo

Como afirma Díaz-Barriga, Lule, Pacheco, Saad y Rojas-Drummond (1990), “se puede decir que hay tantas definiciones de currículo como autores lo han estudiado” (p. 17). Para fines de este apartado, sólo se harán mención aquellas que ayuden a la discusión del tema de interés de este artículo.

Pensar en currículo, implica comprender la complejidad de los diferentes elementos o componentes que intervienen. Es deseable que este reconocimiento y reflexión sea en una etapa previa al inicio del diseño de un plan de estudios. Por tal motivo, ¿qué es importante reconocer, responder y reflexionar sobre el currículo? Al menos los siguientes elementos:

- a. El significado de educar, aprender y enseñar
- b. El currículo como un plan, un trayecto formativo, una ruta y una guía
- c. El currículo como las experiencias y vivencias de mayor riqueza de aprendizaje para los estudiantes
- d. El currículo como sistema, cuyos elementos están articulados entre sí para el logro de los aprendizajes esperados
- e. El currículo como un campo disciplinar, constituido como cuerpos especializados de conocimientos, teorías, enfoques y metodologías para su diseño, desarrollo y evaluación
- f. El currículo como campo de investigación

Esto nos permite reconocer que el concepto de currículo está constituido por una diversidad de características, elementos o componentes que intervienen y se interrelacionan entre sí. Pensar en el currículo desde una sola óptica o un elemento, limita su alcance e impacto.

Teoría curricular

El reconocimiento del currículo como campo de estudio, permite identificar la necesidad de contar con “un marco de discusión para fundamentar y dar justificación a lo que se enseña y al cómo se hace” (Casarini, 2014, p. 32), y conocer igual cómo los contextos y los problemas que enfrenta el mundo y la realidad en que vivimos permiten dar pie a la evolución de los marcos teóricos del currículo. Esto nos permite explicar y entender lo que subyace o está detrás de las decisiones y resultados del diseño y desarrollo de un currículo. Por otra parte, igual permite evaluar la vigencia y necesidad de un cambio en los planes de estudio, a partir de miradas o perspectivas teóricas que surgen de la realidad más actual.

Por ejemplo, Pinar (2014, p. 67) señala que la teoría contemporánea del currículo (al menos en Estados Unidos), está estructurada en tres momentos históricos:

1. La inauguración del campo y la estabilización paradigmática como desarrollo del currículo (1918-1969)

2. La reconceptualización del campo (1969-1980), desde el desarrollo del currículo hasta los estudios sobre el mismo, un campo académico interdisciplinario paradigmáticamente organizado alrededor de la comprensión de currículo (1980 – a la fecha)
3. La internacionalización del campo (2000 – a la fecha)

Pinar (2014) hace un análisis histórico de la teoría curricular y su impacto en la investigación, en la solución de problemas sociales a lo largo del tiempo y en la aparición de grupos de investigadores-curricularistas. El primer momento histórico es el surgimiento y crecimiento del campo del currículo, conocido como de *desarrollo curricular*, caracterizado principalmente por el modelo racionalista de Tyler, centrado en el diseño, los objetivos, los contenidos, la estructura disciplinar, la instrucción; el cual se extendió en muchas escuelas y universidades del país. Durante esta etapa proliferaron manuales y guías, así como especialistas en el diseño curricular, más como una técnica.

La reconceptualización del currículo, surge de la fuerte crítica al currículo burocratizado asociado al modelo de Tyler y sus pocos resultados y fue reemplazado por un esfuerzo académico multidiscursivo para *comprender el currículo* (Pinar, 2014, p. 70). Pinar lo explica del siguiente modo:

A través del currículo y de nuestra experiencia sobre este concepto, decidimos qué recordar del pasado, qué creer del presente y qué esperar y temer del futuro. Los debates del currículo – tales como los del multiculturalismo – también son discusiones sobre la identidad nacional. El campo tradicional había sido ahistórico; teoría contemporánea del currículo se define por su historicidad, por tanto se torna compleja y complicada (Pinar, 2014, p. 70).

Durante esta etapa surge el análisis, discusión y reconocimiento de la historia del currículo, sobre teoría política del currículo, la teoría multicultural del currículo, teoría del currículo y género, teoría fenomenológica del currículo, postmodernismo y postestructuralismo en la teoría del currículo, teoría autobiográfica del currículo, la función estética del currículo, teoría teológica del currículo y el papel de la comprensión institucional del currículo. Estos elementos de discusión permiten reconocer la complejidad del currículo y la necesidad primero de comprender antes de actuar o intervenir.

El tercer momento es la *comprensión internacional del currículo*, cuyo origen está asociado con los movimientos políticos de izquierda, partir del análisis de temas de interés mundial y del surgimiento de nuevas organizaciones (Pinar, 2014), como son los problemas comunes y diferentes entre naciones, el papel de la educación formal y no formal, la descentración del currículo, la desigualdad, entre otros.

Pinar (2014) reconoce la necesidad de prestar más atención a los desarrollos mundiales del currículo. Para el, la internacionalización:

Promueve una profunda comprensión de lo local y lo individual, a través del encuentro con lo global y lo colectivo. A diferencia de la globalización, la internacionalización procura intensificar la sofisticación intelectual de la teoría del currículo..., especialmente aquella corriente comprometida con el activismo multicultural, político y de género, dirigido a la justicia social y a la sostenibilidad ecológica (Pinar, 2014, p. 88)

Hoy en día, tal como Pinar (2014) lo afirma, la teoría curricular contemporánea debe reconocer, estudiar y comprender la interrelación de lo que el mismo llama los tres dominios del currículo: el conocimiento académico, los significados subjetivos y la reconstrucción social.

Con frecuencia se afirma que dependiendo de qué entiendes por currículo y el conocimiento y valor que le das a determinados elementos, reflejas una concepción particular que marca la pauta sobre las decisiones importante en el diseño de un plan de estudios. Con base en las perspectivas curriculares descritas, Pinar (1989) afirma que existen tres categorías de especialistas y curricularistas en función de sus concepciones sobre currículo:

- a. *Tradicionalistas*: apegados al modelo curricular por objetivos de Tyler, cuyo pensamiento se centra en el diseño para y en la escuela, de beneficio para los docentes y estudiantes para el logro de las metas educativas, especialistas en educación en mejorar la escuela, el sistema y cuyo papel es la implementación del currículo y una evaluación centrada en el logro de objetivos, con un marco énfasis en la técnica del diseño, el cambio (de conductas observables) y el perfeccionamiento; cuyo interés principal es trabajar con gente de escuela.
- b. *Empiristas conceptuales*: con una fuerte crítica a un modelo hegemónico para ejecutar, la aceptación de la investigación como parte inherente para mejorar el currículo y la práctica en el aula, el reconocimiento de la intervención de diferentes disciplinas interesados en análisis al menos de manera multidisciplinar lo que ocurre en el currículo; rechazo a teorías prescriptivas y un alto valor a deliberación como un aspecto central del proceso de desarrollo y la necesidad de conceptualizar nuevos diseños para las escuelas.
- c. *Reconceptualistas*: reconocen la investigación como un acto inevitablemente político, desde una crítica enérgica, que permita comprender cómo funciona el currículo, los problemas actuales y de cómo podría funcionar de manera emancipadora, reconociendo la complejidad y significación histórica, la dificultad de la cultura, abandona la mentalidad técnica donde no hay ni prescripciones ni modelos tradicionales.

Etapas del desarrollo curricular

Cuando se piensa en el proceso que implica el desarrollo de un plan de estudios, se reconocen las cuatro etapas de Arnaz (1990) (ver Figura 1).

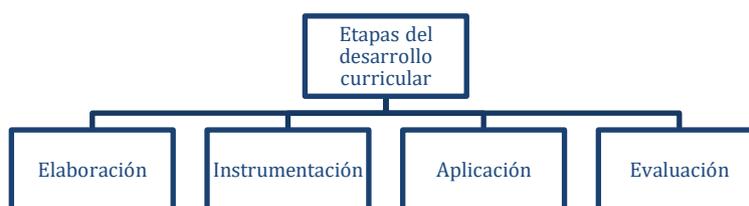


Figura 1. Etapas del desarrollo curricular según Arnaz (1990)

Algunas de las preguntas por responder en cada una de las etapas son:

- a. *Elaboración*: ¿cuáles son los estudios en que se fundamentará el plan? ¿es relevante, pertinente y factible? ¿qué enfoque u orientación tendrá? ¿qué modelo de diseño se requiere? ¿qué organización y estructura? ¿qué principios y características curriculares tendrá su instrumentación, implementación y evaluación?

- b. *Instrumentación*: ¿qué áreas y servicios se requerirán para favorecer la implementación del plan?, ¿qué programas de profesionalización requerirán los docentes?, ¿qué se tiene y qué se requiere en cuanto a infraestructura, mobiliario, equipamiento y servicios?, ¿qué materiales y recursos académicos se requieren?, ¿qué ajustes en los procedimientos académicos-administrativos y de control escolar se requieren?
- c. *Implementación*: ¿cómo se lleva a cabo? ¿existe diferencia entre el currículo oficial y el real (implementado)?, ¿qué resultados de implementación se tienen a lo largo del curso escolar?, ¿qué factores o elementos favorecen el logro del plan? ¿qué aspectos del currículo oculto intervienen?
- d. *Evaluación*: ¿desde qué paradigma y enfoque se evaluará el plan?, ¿qué instrumentos y técnicas se diseñarán e implementarán?, ¿cuáles son los resultados de la evaluación del diseño, instrumentación, implementación y de meta-evaluación del plan? ¿qué aspectos son necesarios mejorar?

Estas preguntas en cada etapa, nos permiten dimensionar lo que implica tener un plan de estudios, desde su origen hasta su evaluación.

Fases del diseño curricular

Como campo de estudio, el currículo se fundamenta en un cuerpo de conocimiento, cultivado y desarrollado a lo largo de investigación especializada por más de 100 años. Esto significa que cuando se piensa en el diseño de un plan de estudios, se requiere un amplio conocimiento de los referentes provenientes desde el currículo.

Por ejemplo, según Díaz-Barriga, et al (1990), las fases para el diseño (elaboración) de un plan de estudios (en educación superior) son:

1. Fundamentación de la carrera profesional
2. Elaboración del perfil profesional
3. Organización y estructura curricular
4. Evaluación continua del currículo

Cada una de estas fases conlleva el estudio y reflexión de un marco teórico y metodológico que incide en las decisiones y en los resultados del documento que representa el plan de estudios. Para ponderar su relevancia, los especialistas en currículo toman cursos de profesionalización para el diseño de planes de estudio.

Es preciso mencionar, que el referente de Díaz-Barriga, et al (1990), denominado “Metodología de diseño curricular para educación superior” es uno de los documentos más utilizados como referente en el diseño de planes de estudio en México y algunos países de Latinoamérica.

Niveles de concreción del diseño curricular

El diseño curricular parte de una estructura por niveles (ver Figura 2), en donde intervienen diferentes actores. En el *nivel macro* está constituido por autoridades y funcionarios, en el marco de las políticas nacionales y estatales en educación, teniendo como referentes la ley en educación y documentos oficiales. A este grupo se unen las direcciones académicas y las políticas establecidas en los planes de desarrollo institucional. Por último, participan una comisión de académicos como grupos formuladores del diseño del plan de estudios, el cual se espera involucre la participación activa de toda la comunidad.



Figura 2. Niveles de concreción del diseño curricular

El *nivel meso* los diferentes actores intervienen en el diseño en lo extenso del programa (o asignatura), el cual generalmente está constituido por los siguientes elementos:

- Objetivos de aprendizaje
- Contenidos
- Métodos o estrategias de enseñanza
- Recursos y materiales
- Formas y criterios de evaluación
- Bibliografía

Estos elementos organizados y estructurados de acuerdo con una plantilla y formulario de cada institución o dependencia, articulados en unidades o módulos, que especifican los tiempos de asignación en horas (presenciales o no presenciales) y un calendario de implementación.

En el diseño de este programa en extenso, pueden intervenir las academias de docentes (por áreas de expertés o ejes curriculares), los docentes que impartirán las clases y la coordinación del programa. Al final, el documento es aprobado por una autoridad académica.

Cuando se piensa en el *nivel micro* de intervención, están los docentes frente a grupo, quienes son los que implementan el programa de curso. Se apoyan en un plan de lección o plan de clase y lo ejecutan. Generalmente dan cuenta de su trabajo a la coordinación del programa educativo.

Fuentes del currículo

Las fuentes del currículo, también reconocidas como el conjunto de fundamentos del currículo, son esenciales porque de ahí se derivan principios que orientan tanto el diseño como el desarrollo y evaluación del plan de estudios (Casarini, 2014).

Para Casarini (2014) las fuentes curriculares aluden a algo que está en los cimientos de una propuesta educativa (pp. 42-43), es decir, los fundamentos y las bases que dan origen a la necesidad de un trayecto formativo. Estos referentes permiten encauzar el diseño del

plan, pero además, recordar en cada momento, su naturaleza, principios y realidades del por qué y el para qué surgió.

Las fuentes del currículo son estudios o referentes que permiten analizar la realidad y darle trascendencia, relevancia y pertinencia al diseño del plan de estudios. A través de estos referentes se argumenta y se establecen las directrices, principios y orientaciones de lo que será el trayecto formativo. Con base en Casarini (2014), los estudios que se llevan a cabo deben permitir conocer y profundizar más sobre:

- Los problemas sociales vigentes, inmediatos y futuros, el papel de la sociedad, la cultura, el contexto (*f fuente sociocultural*)
- El papel de la enseñanza y los actores involucrados (*f fuente pedagógica*)
- El papel de la educación, las políticas educativas, la inclusión y la atención hacia la diversidad (*f fuente política educativa*)
- El papel del aprendizaje y las características de los participantes (*f fuente psicológica*)
- El conocimiento y la investigación disciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar, y las tendencias (*f fuente epistemológica-profesional*)
- Las políticas económicas, demanda, campo profesional y mercado laboral (*f fuente laboral*)
- La práctica, especialización y el trabajo (*f fuente disciplinar y profesional*)
- Trayectos formativos similares y de innovación educativa en los ámbitos estatales, nacionales e internacionales (*f fuente curricular*)

Posicionamientos curriculares en el diseño curricular

El análisis de las diferentes fuentes permitirá o no, en mayor o menor medida o amplitud, tener argumentos y elementos para asumir diferentes posicionamientos curriculares que inciden en el trayecto formativo, en cada una de sus fases. En la Tabla 1, se resumen los elementos curriculares a reconocer y los tipos de posicionamiento que puede asumir la autoridad, el grupo formulador y/o el docente.

A estos elementos habría que añadir la decisión y definición de *líneas curriculares* o saberes agrupados indispensables de un plan de estudios (Picazo y Ríos, 2016), que algunos autores los denominan áreas curriculares de formación.

Por otro lado, ¿cuáles son los principios curriculares en que se basará el diseño del plan de estudios? Zabalza (2007) reconoce los siguientes: de realidad, racionalidad, sociabilidad, publicidad, intencionalidad, organización o sistematicidad, selectividad, decisionalidad e hipoteticidad. Otros igual pueden ser de secuencia vertical, coherencia horizontal, continuidad, integración disciplinar, flexibilidad, identidad, vinculación, pertinencia social y académica, innovación, universalidad, internacionalización, entre otros. Atributos que decidirán los integrantes de los grupos formuladores, junto con los docentes y autoridades, y que regirán y darán sentido y fundamento al diseño curricular.

De igual manera, en los últimos años, el reconocimiento del enfoque curricular por competencias (ej. Mastache, 2009) y el enfoque centrado en prácticas socialmente compartidas, cuyo fundamento descansa en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (Cantoral, 2016).

Tabla 1. *Posicionamientos curriculares por asumir al diseñar un plan de estudios*

Elemento	Posicionamiento	Breve descripción
Enfoque curricular (Posner, 2005)	Tradicional	Transmisión de la herencia cultural
	Experimental	El papel de las experiencias vividas por los estudiantes dentro y fuera de la escuela
	Estructura de las disciplinas	El papel de la estructura de la disciplina en los conocimientos y los avances científicos
	Conductista	Lo que los estudiantes son capaces de hacer en términos de conductas observables como consecuencia del proceso de enseñanza-aprendizaje
Perspectiva curricular (Friz, Carrera y Sanhueza, 2009)	Constructivista	El proceso de aprendizaje se construye por el propio estudiante, con base en sus conocimientos previos
	Técnica	Enfatiza las actividades que se desarrollan para transmitir contenidos ya definidos y la forma en que serán evaluados (p.52). Aquí están los siguientes enfoques: racionalista académico, cognitivo y tecnológico.
	Praxiológica	Concibe la educación como un proceso holístico que permite la construcción de significados y su interpretación (p. 53). Aquí están los siguientes enfoques: personalizado, reconstrucción social, socio-cognitivo.
Organización curricular (Picazo y Ríos, 2016)	Crítica	Comprende la educación como un acto de construir o reconstruir de manera reflexiva el mundo social (p. 53). Aquí están los siguientes enfoques: liberador, de códigos integrados y de praxis.
	Asignaturas	A través de cursos, talleres, seminarios y laboratorios
	Módulos Mixta	Centrado en problemas Combinación de asignaturas y módulos y viceversa
Estructura (Picazo y Ríos, 2016)	Lineal	Ordenamiento en una secuencia específica, considerando que unos contenidos serán la base y antecedente de otro
	Modular	Estructura integrativa y multidisciplinaria de actividades de aprendizaje
	Mixta	Incluye un tronco común, participan estudiantes de diferentes carreras de una misma área disciplinar.
	Flexible	Estructura totalmente abierta, no existen ciclos fijos de formación.
Modelos de diseño (Pérez, 2011)	Según el alcance	Pueden ser abiertos, cerrados, básicos
	Según el contenido y perspectiva científica	Pueden ser tradicionales, por áreas, estructurales, taxonómicos
	Por el tipo de elemento que integran y su valor	Pueden ser formales, psicológicos, estructurales, procesuales, de investigación
	Según la forma en que se organizan los contenidos	Pueden ser modelos científicos, lineales, globalizadores e interdisciplinarios, individualizados o socializados, de

Modelos curriculares (SIIES, 2019)	Convencionales	descubrimiento, basados en resolución de problemas, tutorial, pluricultural.
	No convencionales	Pueden ser enciclopédicos, técnicos y socio-cognitivos Puede ser dual y de alternancia

Los diferentes posicionamientos claramente marcan un directriz que es altamente recomendable: transitar de un paradigma orientado de un *currículo común* (igual para todos los contextos) a un paradigma orientado a un *currículo diversificado*, es decir, desde la perspectiva de una escuela para todos, la educación y aula inclusiva. Un currículo que permite reconocer y comprender las diferentes realidades y contextos, cuyos atributos esenciales sean la vinculación con la política y la solución de los problemas que enfrentamos como sociedad, la ciudadanía crítica y participación ciudadana, la inclusión, la interculturalidad, el desarrollo sustentable y sostenible, y la justicia social y curricular.

ANÁLISIS CURRICULAR

Desde el nivel Macro del currículo, se distingue la identificación de tres fuerzas que intervienen en el diseño de un plan de estudios y donde trascienda el papel de la educación estadística en la formación integral de los estudiantes en el ámbito universitario (ver Figura 3).

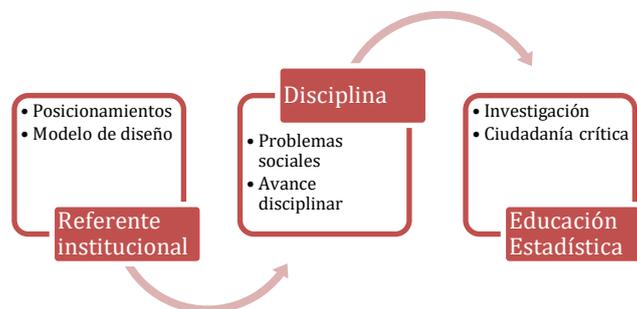


Figura 3. Fuerzas que intervienen en el diseño de planes de estudio

Cada una de estas fuerzas está constituida por un grupo de actores y referentes que sustentan su análisis y posicionamiento respecto a los elementos a considerar en el diseño o actualización del plan de estudios. Los grupos constituidos por el referente institucional y la disciplina, han logrado conocerse y compaginar para las tareas curriculares que se requieran. Incluso, los marcos de referencia y de normatividad ayudan en el proceso.

La dificultad radica en la falta de reconocimiento y visibilidad del tercer grupo, del aporte y contribución al ámbito del plan de estudio que se trate y de los elementos coincidentes en cuanto a los fines y propósitos para el fortalecimiento de la formación integral de los futuros profesionistas.

Los estudios llevados a cabo por Pinto (2010), Marin (2017) y Castillejos (2020) son concluyentes en cuanto a las características curriculares de los programas de Estadística:

- a. Enfoque curricular tradicional, centrados en la estructura de la disciplina y conductista
- b. Perspectiva curricular técnica

- c. Organización curricular por asignaturas
- d. Estructura curricular lineal
- e. Según el alcance de los programas, se trata de un diseño cerrado y básico
- f. Según el contenido y perspectiva científica, es un modelo tradicional basado en contenidos
- g. Según el tipo de elemento, se ubican más desde un modelo formal y procedimental
- h. Según la forma de organización de los contenidos, se trata de un modelo científico, lineal y disciplinar
- i. Desde un modelo curricular convencional del tipo enciclopédico y socio-cognitivo.
- j. Los principios curriculares descansan principalmente en la secuencia vertical, racionalidad, organización y de pertinencia social y académica.

Aún cuando en la actualidad, estos programas de estudio se han modificado y actualizado, ahora desde un enfoque por competencias, en los programas en extenso de los cursos de Estadística prevalece un enfoque tradicional. Lo que esencialmente cambió en la redacción de las competencias y la inclusión de estrategias de enseñanza y aprendizaje basadas en el constructivismo.

Desde este análisis, la dificultad es la hegemonía de un currículo en estadística cuyo origen y permanencia descansa en el modelo por objetivos de Tyler, centrado en contenidos “esenciales”, conceptuando a la estadística como una disciplina “que hay que aprender” y aplicar en ejercicios que muy frecuentemente son tomados de libros de texto, con una concepción hacia el cálculo y procedimientos estadísticos, ajena al significado intrínseco de la persona y a los problemas y realidades que se viven en la sociedad; y con una clara ausencia de literatura y referentes propios de la educación estadística.

El análisis de los programas de Estadística, desde la teoría curricular igual hace pensar que todavía estamos en un proceso de transición en donde prevalece un apego al desarrollo curricular (de la década de los 50) en busca y camino a la reconceptualización del campo, orientada hacia la comprensión del currículo. Por tal motivo, predomina un posicionamiento tradicionalista del currículo, en donde comienzan a identificarse grupos con una postura empirista conceptual.

Las recomendaciones emitidas por los estudios aquí compartidos y desde la investigación en educación estadística, ubican la necesidad de una mayor intervención en la elaboración del currículo, es decir, en la necesidad de modificar y actualizar, tanto el plan de estudios (nivel macro), como los programas de estudios (nivel meso) y la forma de llevar una clase de estadística (nivel micro). Esto implica el cuidado de lograr una interrelación de los tres niveles de concreción, de tal manera, que desde el inicio se reconozca, por ejemplo, la necesidad de contar con ciudadanos estadísticamente alfabetizados, su vinculación con la formación integral recibida y su aportación en la solución de problemas para la vida y para la profesión. De ahí la importancia que tienen las diferentes fuentes de estudios (fundamentos), en la justificación la pertinencia de la carrera, y consecuentemente la forma en cómo se ve reflejado en el perfil de egreso, en los programas de estudio y en los recursos y materiales a utilizar.

Sigue siendo un desafío, lograr que la estadística adquiriera un significado intrínseco para los estudiantes, tanto en su vida personal como profesional, y que logre incidir en su alfabetización estadística como ciudadano. Las diferentes investigaciones refieren la

necesidad de un cambio en dos sentidos: *primero*, en la forma de enseñar por parte de los docentes; y *segundo*, en los planes y programas de estudio, así como en los libros, recursos y materiales para la enseñanza y aprendizaje de la estadística. En ambos casos, al parecer, el camino inicial parte desde el punto de vista curricular.

Si bien es cierto, los estudios igual mencionan experiencias didácticas y de intervención exitosas en la profesionalización y actualización docente y en la implementación de estrategias de enseñanza provenientes de la educación estadística, estos no llegan a ser la mayoría.

Al respecto, la investigación que se ha llevado a cabo en los últimos 10 años, ha recuperado la situación actual que enfrenta la enseñanza y aprendizaje en diversos sectores, contextos y niveles educativos, desde la mirada de los docentes y los estudiantes. Esto ha permitido identificar las necesidades, dificultades y retos a enfrentar, pero sobre todo, tener insumos que permitan ser analizados, ahora desde la teoría curricular.

El análisis curricular expuesto en este artículo, nos lleva a reconocer un distanciamiento entre lo que se plantea y acontece en los planes y programas de estudio, y los correspondientes libros de texto, y lo que el campo de la educación estadística propone. Más aún, desde los referentes de Reid y Petocz (2002) y Petocz y Reid (2002), en estos programas de estudio, subyace una concepción de la estadística como una *actividad numérica, de uso y colección de técnicas*, cuya concepción del papel de la estadística en la práctica profesional de los estudiantes es como *técnica extrínseca*, es decir, se percibe que el trabajo profesional está constituido por un grupo de técnicas que pueden ser usadas cuando las situaciones del trabajo lo demanden. De igual manera, los programas reflejan una concepción del aprendizaje de la estadística como la *colección de información y aplicación de métodos estadísticos*; y cuya concepción de la enseñanza descansa en la *explicación de contenidos y materiales*, así como ayudar al estudiante a que relacione los diferentes conceptos y tópicos estadísticos.

Consecuentemente, se identifica igual un distanciamiento de lo que establecen los programas de estadística y la realidad social, entre lo que los estudiantes “ven” en la escuela y lo que ocurre en los contextos personales y profesionales, y más aún, una disociación entre lo que estudian de estadística en la escuela y lo que se espera de su participación como ciudadano, en el análisis, crítica, propuesta e intervención en la solución de los problemas actuales que enfrentamos como sociedad, en donde la estadística es una herramienta como parte inherente.

Los estudios también arrojan información relevante sobre el papel del currículo para generar un cambio. En este sentido, los planes y programas de estudio, así como los libros de texto, recursos y materiales declarados en los documentos oficiales, son directrices y pautas que los docentes asumen como verdad para instrumentar, implementar y evaluar en sus cursos de Estadística. De ahí la importancia de comenzar a profundizar y comprender el currículo desde sus diferentes etapas.

RETOS DESDE EL CURRÍCULO DE LA EDUCACIÓN ESTADÍSTICA

Lograr el cambio desde el currículo representa el mayor desafío que enfrenta la educación estadística en México, y quizá igual en Latinoamérica. Esto se enmarca a partir del reconocimiento de la complejidad de entender el marco de referencia del currículo y el papel de los factores y actores que intervienen.

Para lograr estos cambios, varios son los retos a enfrentar desde el campo de la educación estadística en el ámbito universitario. A continuación se mencionan al menos ocho:

1. Contar con un *marco curricular común desde la educación estadística*, que establezca las bases teóricas y metodológicas para una reforma curricular de los planes de estudio en educación superior, con base en los niveles de concreción curricular y que sirva como referente para las instituciones, los grupos formadores y los docentes en cada una de las etapas y fases del currículo.
2. Visibilizar más el papel de la educación estadística en la formación integral de los estudiantes universitarios, dirigido principalmente a las autoridades universitarias, los consejos de directores, los grupos formadores y los docentes.
3. Establecer redes de colaboración con los actores claves que participan en el diseño y modificación de planes de estudio, como son las academias, cuerpos académicos, grupos de investigación, consejo de directores, grupos formadores, entre otros.
4. Profundizar sobre el análisis curricular de los planes y programas de estudio en diferentes países y contextos, que permita comprender lo que sucede y vislucrar las dificultades
5. Llevar a cabo el análisis curricular de los programas de formación inicial y continuada para docentes de matemáticas, así como de los posgrados, a la luz de los marcos de referencia de la educación estadística
6. Diseñar libros de textos, recursos y materiales en idioma castellano, con carácter emergente, que respondan a las tendencias y necesidades actuales de una educación estadística orientada a la formación integral y ciudadana.
7. Disminuir el distanciamiento que hay entre la estadística que se estudia en la universidad y la estadística que se requiere para comprender y analizar los fenómenos y problemas actuales que enfrentamos como sociedad.
8. Revisar y dar seguimiento a las recomendaciones emitidas por las investigaciones en educación estadística, asociadas al currículo, que permita documentar su cumplimiento y el nivel de concreción en que afecta al currículo.

REFLEXIONES FINALES

El análisis curricular que se presentó puede ser considerado como un referente de los elementos que intervienen en la definición de un trayecto formativo y los aspectos que son necesarios considerar para lograr un cambio, modificación o actualización. Como se pudo apreciar, dicho cambio es complejo e implica la conjugación de esfuerzos entre diferentes actores y factores. No obstante, el marco conceptual presentado sobre el currículo puede ser un referente útil para que se revisen y analicen otros currículo en instituciones de educación superior.

Los resultados del análisis curricular presentado, permiten afirmar la necesidad impostergable de un trabajo colaborativo y cooperativo, de carácter multidisciplinar e interdisciplinar, en donde se favorezca una mayor relación y vinculación entre la investigación en educación estadística y el currículo de las instituciones educativas. De no hacerlo, el riesgo es seguir perpetuando que se trata de dos mundos desconectados, es decir, un grupo de personas que genera conocimiento científico y publica resultados, y

otro grupo constituidos por personas quienes diseñan los trayectos formativos desde los marcos teóricos y metodológicos de su disciplina y que la institución les solicita.

Por último, respecto de la manera de informar y hacer recomendaciones sobre el currículo, es importante que las y los investigadores especifiquen sobre qué etapas y fase del currículo corresponde, así como el nivel de concreción curricular y presentar pautas y acciones puntuales para lograr gradualmente el cambio en el currículo. Para esto es importante reflexionar sobre lo que implica desde el currículo, pero particularmente desde los diferentes actores involucrados. Los referentes aquí expuestos pueden servir como apoyo en dicho análisis.

REFERENCIAS

- Arnaz, J. (1990). *La planeación curricular*. México: Trillas.
- American Statistical Association (ASA). (2007). *GAISE College Report*. Recuperado el 12 de julio de 2008, de <http://www.amstat.org/education/gaise>.
- Cantoral, R. (2016). *Teoría socioepistemológica de la matemática educativa*. 2a. Ed. México: gedisa.
- Casarini, M. (2014). *Teoría y diseño curricular*. 2da. Ed. México: Trillas.
- Castillejos, G. A. (2020). *Las prácticas de ciudadanía en estudiantes universitarios, un análisis desde la alfabetización estadística*. Tesis de Doctorado Institucional en Ciencias Sociales. Documento en preparación. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Chance y Garfield, (2002). Chance, B. y Garfield, J. (2002). New approaches to gathering data on student learning for research on statistics education. *Statistical Education Research Journal*, 1(2), 38- 41. Recuperado el 28 de junio de 2005, de [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/SERJ1\(2\).pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/SERJ1(2).pdf).
- Cobb, G. (1992). Teaching Statistics. En Lynn A. Steen (Ed.). *Heeding the Call for Change: Suggestions for Curricular Action* (pp.2-43). Washington: Mathematical Association of America.
- Díaz-Barriga, F., Lule, G. M., Pacheco, P. D., Saad, D. E., y Rojas-Drummond, S. (1990). *Metodología de diseño curricular para educación superior*. México: Trillas.
- Friz, C. M., Carrera, A. C. y Sanhueza, H. S. (2009). Enfoques y concepciones curriculares en educación parvularia. *Revista Pedagogía*, 30(86): 47-70.
- Marín, C. J. (2017). *Exploración de la alfabetización estadística de universitarios respecto de la lectura e interpretación de gráficos estadísticos*. Tesis de Maestría en Investigación Educativa. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Marín, J. y Pinto, J. (2017). Análisis curricular de los programas de estadística de una universidad pública. *La Educación para todos y todas a lo largo de la Vida* (pp. 168-173). México: Unas Letras.
- Mastache, A. (2009). *Formas personas competentes, desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales*. Buenos Aires, Argentina: Noveduc.
- May, R. (2009). *La representación gráfica en Estadística a nivel Superior: Un análisis de libros de Texto en Psicología y Educación*. Tesis de Maestría en Investigación Educativa. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Medina, P. M. (2017). *Análisis de los libros de texto en la enseñanza de la estadística en bachillerato*. Tesis de Maestría en Investigación Educativa. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Moore (1997). Moore, D. (1997). New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review*, 65 (2), 123-165.

- Pérez, P. E. (2011). El diseño curricular: componentes y modelos. En I. Cantón y M. Pino-Juste (Coord): *Diseño y desarrollo del currículum* (pp. 77-97). Madrid: Alianza Editorial.
- Petocz, P. y Reid, A. (2002). How Students Experience Learning Statistics and Teaching. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*, Voorburg: International Statistical Institute.
- Picazo, N. y Ríos, A. (2016). *Guía para el diseño curricular en instituciones de educación superior*. México. Limusa
- Pinar, W. (1989). La reconceptualización en los estudios del currículum. En J. Gimeno y A. Pérez (Ed.): *La enseñanza: su teoría y su práctica* (pp. 231-240). 3a. Ed. Madrid: Ediciones Akal.
- Pinar, W. (2014). *La teoría del currículum*. Madrid, España: Narcea.
- Pinto, J. (2010) *Conocimiento didáctico del Contenido sobre la representación de datos estadísticos: estudios de casos con profesores de estadística en carreras de psicología y educación*. Tesis doctoral presentada en la Universidad de Salamanca. España.
- Pinto, J., Tauber, L., Zapata-Cardona, L., Arlbert, A., Ruiz, B. y Mafocoz, J. (2017). Alfabetización estadística en educación superior. En L. Serna: *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 227-235). Vol. 30. CLAME.
- Pinto, J., Zapata-Cardona, L., Tauber, L., Alvarado, H., y Ruiz, B. (2018). Programas de formación de profesores en probabilidad y estadística. En R. Flores, L. Serna y D. Páges: *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 899-904). Vol. 31. CLAME.
- Posner, G. (2005). *Análisis de currículo*. 3a. Ed. México: McGraw-Hill
- Reid, A. y Petocz, P. (2002). Students' Conceptions of Statistics: A Phenomenographic Study . *Journal of Statistics Education*, 10(2). Disponible en: www.amstat.org/publications/jse/v10n2/reid.html
- Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES) (2019). *Términos de referencia para el desarrollo de programa educativos*. Dirección de Educación Superior. Registro de Validez Oficial de Estudios. México, Yucatán.
- Tauber, L. y Redondo, Y (2016). Propuesta de formación virtual en enseñanza de la Estadística y la Probabilidad para profesores de matemática en ejercicio. En: *Actas de XX Jornadas Nacionales de Educación Matemática*. Valparaíso, Chile.
- Zabalza, M. (2007). *Diseño y desarrollo curricular*. 10a. Ed. España: Narcea.
- Zapata-Cardona, L. (2016). ¿Estamos promoviendo el Pensamiento Estadístico en la enseñanza? *2º Encuentro Colombiano de Educación Estocástica*. Bogotá, Colombia.

Jesús E. Pinto Sosa
 Universidad Autónoma de Yucatán, México
jesuspintososa@gmail.com



ISSN: 2603-9982

Álvarez-Alfonso, I., y Guerrero-Velasco, M.A. (2020). Formación ciudadana y Estadística en un aula de educación acelerada. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 75-88

FORMACIÓN CIUDADANA Y ESTADÍSTICA EN UN AULA DE EDUCACIÓN ACELERADA

Ingrith Álvarez-Alfonso, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Milady Astrid Guerrero-Velasco, Liceo Hermano Miguel la Salle, Colombia

Resumen

Fruto de un proyecto de investigación se colige una acción de impacto en el aula de estadística, la cual se presenta a través del diseño, gestión y análisis de una secuencia de actividades propia que tiene como propósito aportar a la formación ciudadana de estudiantes de un aula de educación acelerada, desde la dimensión de convivencia y paz a partir de la enseñanza de la estadística. Se atiende al problema de que el desarrollo de las competencias ciudadanas de los estudiantes no permite contribuir de manera constructiva a la convivencia en su medio escolar y en la comunidad en la que se encuentran. Se diseña una metodología propia atendiendo características de los Experimentos de Enseñanza y de la Investigación-Acción para atender a la problemática evidenciada y mostrar cómo a través de nociones estadísticas se promueven elementos de la formación ciudadana.

Palabras clave: *formación ciudadana, convivencia y paz, educación acelerada, educación estadística crítica.*

Statistical and citizen training in an accelerated education classroom

Abstract

As a result of a research project, an impact action was taken in the statistical classroom, which is presented through the implementation and analysis of a sequence of activities that aims to contribute to the citizenship training of students in an education classroom accelerated from the dimension of coexistence and peace from the teaching of statistics. It addresses the problem that the development of student citizenship competencies does not allow constructive contributions to coexistence in their school environment and in the community in which they are located. An own methodology is designed, taking into account the characteristics of the Teaching Experiments and Action Research to attend to the evidenced problems and show how elements of citizen training are promoted through statistical notions.

Keywords: *citizen training, coexistence and peace, accelerated education, critical statistical education.*

INTRODUCCIÓN

Entre los resultados del proyecto de investigación ‘La investigación en Educación Estadística en el DMA-UPN: una mirada para transformar’ desarrollado por Álvarez, Fernández y Andrade (2016) bajo el patrocinio de la Universidad Pedagógica Nacional, se proyectó dar un giro a los planteamientos teóricos, metodológicos y prácticos que se venían implementando en las indagaciones asociadas a la línea de investigación en Educación Estadística en la cual incursiona el grupo Didáctica de la Matemática del Departamento de Matemáticas de la respectiva Universidad. Este viraje se proyectó con la intención de incorporar paulatinamente “elementos de la Educación Matemática Crítica, para desarrollar, avanzar y contribuir [en] la construcción de la disciplina emergente denominada Educación Estadística Crítica”. (Álvarez, Andrade y Fernández, 2016, p. 39)

Ateniendo a ello y en consonancia con algunas conclusiones de tal investigación, se asume que:

la Estadística es un campo donde el trabajo es siempre dependiente de unos datos, los cuales típicamente están arraigados en un contexto, y en consecuencia, el desarrollo de pensamiento estadístico ocurre dentro de una situación concreta (delMas, 2002). Así, Noll (2007) confirma la necesidad de comenzar a abordar la estadística introductoria provista de contexto. De manera similar para Skovsmose (2012), muchas situaciones problemáticas de la vida real pueden abordarse a través de investigación estadística por medio de la enseñanza a través de proyectos [...], enmarcados en escenarios de investigación, [...] donde [...] la referencia a la vida real contribuye a resaltar el papel de los estudiantes como sujetos activos de su propio proceso de aprendizaje, y a ofrecer recursos para la reflexión, haciendo de ellos seres que actúan y reflexionan como parte de una sociedad. (Álvarez, Andrade y Fernández, 2016, pág. 39).

Bajo este reto de innovación y como producto de tal investigación se plantea, en el marco de la Maestría en Docencia de las Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional una indagación centrada en el diseño y gestión de una secuencia de actividades propia, que busca promover la formación ciudadana en la dimensión de convivencia y paz, a partir de la enseñanza y aprendizaje de la estadística con estudiantes de un aula de educación acelerada. Así, se atiende a lo expuesto por el Ministerio de Educación Nacional [MEN] en los Lineamientos Curriculares en Matemáticas [LCM] (MEN, 1998), Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas [EBCM] y de Competencias Ciudadanas [EBCC] (MEN, 2006a), y al planteamiento de la Secretaria de Educación de Bogotá [SED] respecto a la reorganización curricular por ciclos para la educación acelerada (SED, 2015a).

El marco de referencia se construye de acuerdo con los focos de interés: formación ciudadana, estadística crítica y educación acelerada. Se muestran las relaciones entre tales focos, las cuales permiten proponer los aprendizajes esperados para el grupo de participantes. Los elementos propios de cada foco se tienen en cuenta tanto en el diseño y gestión de la secuencia de actividades como en el análisis del impacto de la misma. En armonía con ello, el marco metodológico se delinea bajo etapas de una metodología propia fundamentada en elementos de los Experimentos de Enseñanza (Molina, Castro, Molina y Castro, 2011) y la Investigación-Acción (Herrerías, 2004; Latorre, 2016), puesto que se busca transformar/mejorar de primera mano el aprendizaje de la estadística y la práctica social de los estudiantes de educación acelerada respecto a la resolución de conflictos.

En particular, en este documento se exponen los resultados y el análisis respecto a tres de los aprendizajes esperados (uso de métodos estadísticos; expresar desacuerdos a través

del diálogo y la socialización; y explorar e indagar usando datos), bajo los cuales se evidencian las posibilidades que existen de aportar a la formación ciudadana y crítica en la dimensión de convivencia y paz desde nociones estadísticas, reconociendo la importancia de involucrar aspectos conceptuales y sociales según el contexto, los intereses y las necesidades que tienen los estudiantes del aula acelerada.

MARCO TEÓRICO

Formación ciudadana

Desde la promulgación de la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) se señala como una de las normas para regular el servicio público de la educación como función social, el desarrollo de la capacidad de los estudiantes en aspectos críticos, reflexivos y analíticos para orientar el mejoramiento cultural de la población.

En consecuencia, en los Lineamientos Curriculares (MEN, 1998) se propone apoyar las prácticas democráticas de los principios y valores de la participación ciudadana. En el 2006 se publican los EBCC (MEN, 2006a) en los que se expresa que la formación ciudadana es un tema que atañe a la actual educación. Por lo que la formación ciudadana se centra en el desarrollo integral humano que se apoya en el desarrollo de competencias y conocimientos que necesitan los niños y jóvenes del país para participar como agentes activos y responsables en la sociedad.

El MEN (2006a) plantea tres dimensiones en las que se debe trabajar la formación ciudadana para que los estudiantes actúen como agentes competentes, las cuales son: convivencia y paz (para ser capaces de resolver sus diferencias haciendo uso del diálogo), participación y responsabilidad democrática (para construir y respetar acuerdos de manera colectiva), y pluralidad, identidad y valoración (para respetar a quienes son diferentes). Además, la formación ciudadana se construye desde las relaciones humanas, por lo que esta formación no es propia ni exclusiva de un área en particular, es decir, que se involucra toda la comunidad educativa, y desde las áreas académicas es posible proponer diversas actividades, reflexiones y discusiones como un espacio de formación ciudadana, por lo que de manera particular desde la estadística se pueden brindar espacios de formación ciudadana, que es lo que quiere mostrar la secuencia de actividades diseñada en el marco de la indagación.

Para el diseño y gestión de la secuencia de actividades propia de esta investigación, se aborda la dimensión de convivencia y paz, dado que en el momento en que se desarrolló la fase de contextualización se evidenció que los estudiantes presentan falencias en solucionar conflictos con las personas que están dentro y fuera de su institución. Además, teniendo en cuenta que los estudiantes pertenecen al ciclo cuatro de educación acelerada, que corresponde al conjunto de grados 8° y 9°, se pretenden abordar las competencias que se plantean en los EBCC en la dimensión de convivencia y paz (MEN, 2006a):

- Fomento el diálogo y el entendimiento.
- Expreso pacíficamente mi desacuerdo cuando considero que hay injusticias.

Educación Estadística

A partir de los planteamientos dados por la SED (2015a) el diseño y gestión de la secuencia de actividades asociada a esta indagación se enfoca principalmente en temáticas de la estadística descriptiva, ya que como lo mencionan Fernández, Cordero y Córdoba (2002), la estadística surge a partir de las necesidades que tienen las sociedades

primitivas de tomar decisiones que exigen un conocimiento numérico de los recursos disponibles.

De manera particular, en Colombia se explicita la necesidad de la enseñanza de la estadística en los planteamientos de los LCM (MEN, 1998) ya que allí se formula en el contexto del pensamiento aleatorio, el estudio de los sistemas de datos y de nociones estocásticas, siendo una de las primeras orientaciones a nivel nacional que oficializa este campo dentro del currículo escolar.

Para dar continuidad a los LCM (MEN, 1998) en el primer borrador de los EBCM (MEN, 2003) se propone desarrollar el pensamiento aleatorio por medio del análisis de datos, nociones de conteo y situaciones de combinatoria, entre otras; por ello, el pensamiento aleatorio y los sistemas de datos se incorporan en el currículo de matemáticas como un elemento clave en el contexto social y escolar.

Así, la estadística es una ciencia que facilita la toma de decisiones a través de la presentación y reducción de los datos que permiten su comparación, y la estimación de probabilidades de éxito que tienen cada una de las decisiones posibles, tal y como lo mencionan Fernández, Cordero y Córdoba (p. 18, 2002). Sin embargo, para el marco de este trabajo se tiene en cuenta sólo una de las ramas de la estadística, la cual surge desde la representación y reducción de los datos, lo que facilita la toma de decisiones, es decir, la Estadística Descriptiva, ya que en conexión con los estándares del pensamiento aleatorio que se pretenden abordar del ciclo cuatro se tiene como finalidad presentar y reducir los diferentes datos observados para extraer conclusiones de la información que se recolecte, y relacionarlos con los estándares mencionados de formación ciudadana.

Los estándares descritos en los EBCM (MEN, 2006b) que se pretenden abordar son:

- Resuelvo y formulo problemas seleccionando información relevante en conjuntos de datos provenientes de fuentes diversas (prensa, revistas, televisión, experimentos, consultas, entrevistas).
- Interpreto analítica y críticamente información estadística proveniente de diversas fuentes prensa, revistas, televisión, experimentos, consultas, entrevistas.

Educación acelerada

Según Bernal y Gil (2000) el proyecto “Escuelas aceleradas para alumnos en situación de Riesgo” (*Accelerated Schools for Students Atrisk*) es creado y propuesto por el profesor Henry M. Levin de la Universidad de Stanford (California), y surge a partir de las olas de inmigración en Estados Unidos, país donde su fenómeno de diversidad social y cultural es bastante amplio.

Según Bonal (1992) el modelo de educación acelerada se construye según tres principios fundamentales y un conjunto de valores subyacentes a dichos principios, siendo fundamental realizar cambios esenciales en el currículo, la práctica pedagógica y la organización escolar. El primer principio, coparticipación indica que es importante tener en cuenta todas las partes implicadas en el proceso educativo (padres, estudiantes, maestros y personal administrativo); el segundo, es responsabilidad individual y compartida dado que como hay una unidad por cada uno de los participantes en el sistema educativo, también hay responsabilidad individual de cada actor, de modo que esta responsabilidad es de cada uno y compartida; y el tercero, uso de recursos pues es importante aprovechar cada uno de los recursos de aprendizaje, respecto al entorno social, cultural y económico en el que se encuentra la escuela.

De manera particular, en Colombia el modelo de educación acelerada se establece por medio de la Dirección de Inclusión e Integración de Poblaciones de la Alcaldía Mayor de Bogotá (SED, 2015b), quien busca restituir el derecho a la educación de los jóvenes que se han alejado del sistema educativo por diversas problemáticas. Por ello, el MEN tras realizar una encuesta a nivel nacional logra identificar los principales motivos por los que se genera abandono escolar, reconociendo que Bogotá tiene una tasa de abandono del 3.56% para el año 2010 siendo uno de los promedios más bajos. Sin embargo, se requieren estrategias para disminuir tales porcentajes, entre ellas atender a factores sociales como “hogares que cambian de domicilio, problemas económicos, oficios del hogar, maternidad - paternidad, trabajo infantil, situaciones de enfermedad o muerte de familiares” (MEN, 2011, p. 34).

MARCO METODOLÓGICO

Se asume la investigación de diseño como eje metodológico orientador, ya que esta persigue comprender y mejorar la realidad educativa a través de la consideración de contextos naturales y del desarrollo y análisis de un diseño instruccional específico, que según Molina et al. (2011) tiene como objetivo analizar el aprendizaje y explicar por qué el diseño funciona y puede ser adaptado a nuevas circunstancias.

Se expone la metodología teniendo en cuenta características de dos perspectivas de investigación de diseño, la investigación-acción y el experimento de enseñanza; y aunque parecen ser metodologías diferentes, estas presentan puntos en común, lo que permite consolidar fases de desarrollo para el diseño y gestión de la secuencia de actividades planteadas en el marco de nuestra investigación.

La investigación-acción es una metodología que, como sugiere Latorre (2016) y Herreras (2004), se centra en el estudio de una situación social a partir de las experiencias recogidas en un estudio de campo, y tiene como objetivo “mejorar las prácticas sociales a través del cambio y aprender a partir de las consecuencias de los cambios” (Latorre, 2016 p. 364), es decir, que es fundamental que los participantes de la investigación cuestionen y problematicen sus prácticas sociales, más allá que la generación de un aprendizaje en particular.

Por esto, esta metodología brinda la oportunidad de identificar necesidades que tienen los estudiantes en su práctica social dentro o fuera del contexto educativo, qué valores y cuáles características del grupo se ven directamente afectadas por la práctica social, y cómo se puede mejorar y transformar dichas prácticas desde una estrategia de diseño en la que participan los mismos estudiantes.

El experimento de enseñanza, como lo sugiere Molina et al. (2011), es una metodología de investigación que consiste en una secuencia de episodios de enseñanza donde el objetivo es implementar un modelo de aprendizaje o desarrollo de los estudiantes, en relación con un contenido específico, para este caso uno estadístico, por lo que es importante que las tareas planteadas creen oportunidades para generar aprendizajes y significados alrededor de los procesos realizados.

Teniendo en cuenta las principales características de estas dos metodologías y las fases que cada una de ellas propone, se plantean fases para una metodología propia de esta investigación que permita tanto la comprensión de un contenido específico (nociones de estadística descriptiva) para lo cual se usará el Experimento de Enseñanza, como mejorar la práctica social de los estudiantes de ciclo cuatro respecto a la convivencia en su medio escolar, implementando la Investigación–Acción (Tabla 1).

Tabla 1. *Fases de metodología propia*

Fase	Acciones a desarrollar
1. Contextualización	<p>Identificar las necesidades e intereses de los estudiantes participantes en relación con los asuntos de convivencia y paz.</p> <p>Indagar respecto a las principales problemáticas presentes en el entorno de los estudiantes. Problemáticas relacionadas con la formación ciudadana en la dimensión de convivencia y paz.</p> <p>Reconocer las nociones preliminares que tienen los estudiantes frente a conceptos y procesos de la Estadística Descriptiva, contemplados en el marco de referencia de este trabajo.</p>
2. Diseño de la secuencia de actividades	<p>Formular la hipótesis de aprendizaje en relación con el contenido específico y las metas en pro de la mejora de la práctica social.</p> <p>Definir los aprendizajes esperados para el diseño de intervención.</p> <p>Diseñar de forma justificada la secuencia de actividades, definiendo objetivos instruccionales y tiempos previstos, planteando un escenario de aprendizaje, de acuerdo con la identificación realizada en la Fase 1.</p> <p>Diseñar estrategias o instrumentos de recolección de información.</p> <p><i>Durante cada intervención:</i></p> <p>Observar y reflexionar, llevando un diario de campo, acerca del trabajo realizado por los estudiantes participantes y el docente-investigador de tal manera que se puedan visualizar también las reflexiones realizadas por los estudiantes.</p> <p>Modificar, si es necesario, la secuencia de actividades diseñada en el marco de la investigación, teniendo en cuenta los objetivos instruccionales establecidos y los resultados de las sesiones previas.</p>
3. Implementación de la secuencia de actividades	<p>Registrar las decisiones tomadas durante cada sesión de clase por el docente-investigador y participantes.</p> <p>Recoger información de lo que ocurre en el aula de acuerdo con la participación de los sujetos implicados.</p> <p><i>Después de cada intervención:</i></p> <p>Analizar la información recolectada a la luz de los y de los objetivos previstos, para tenerla en cuenta para las siguientes sesiones de la intervención.</p> <p>Reflexionar y evaluar acerca del diseño e implementación de la siguiente sesión de la secuencia de actividades.</p> <p>Reformular, de ser necesario y según lo observado, la siguiente sesión de intervención.</p> <p>Profundizar en las situaciones cognitivas y sociales desde una mirada global de la gestión y diseño, a la luz del marco de referencia establecido.</p>
4. Análisis y evaluación de la secuencia	<p>Identificar la ruta seguida por los participantes (en grupo o individualmente), de acuerdo con los cambios que se hayan realizado y las acciones que el docente-investigador haya implementado para contribuir a dichos cambios, respecto a la construcción de un aprendizaje y a la mejora de la práctica social de los participantes.</p> <p>Analizar la información recolectada de acuerdo con los Aprendizajes Esperados [AE] a nivel macro.</p>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la fase 1 expuesta en la metodología se recogió información para caracterizar a los participantes de la indagación creando un instrumento con 22 preguntas que abordan asuntos relacionados con los estudiantes, tales como aspectos económicos, familiares, culturales y sociales, preguntas referentes a su proyecto de vida y a la comunidad educativa que los rodea. Estos asuntos de manera simultánea se relacionan con objetos de la estadística descriptiva, con el fin de reconocer e indagar sobre las nociones que tiene cada estudiante, y las necesidades e intereses que puedan surgir al responder el cuestionario, en relación con la dimensión de convivencia y paz.

Así, a partir de la información recolectada se puede afirmar que el aula de ciclo cuatro cuenta con 24 estudiantes, de los cuales 19 (2 mujeres y 17 hombres) respondieron el

cuestionario (5 estudiantes no asistieron a la institución el día que se llevó a cabo la recolección de la información). El rango de edad de los estudiantes está entre 16 y 18 años.

Frente a los aspectos económicos y familiares que describen los estudiantes, se tiene que la mayoría de ellos viven en arriendo, el nivel educativo de los padres oscila entre: la primaria y el bachillerato; por lo general el núcleo de los estudiantes se conforma por padres y hermanos (todos menores a ellos). Los oficios destacados que ejercen los padres fueron los de obrero de construcción, comerciante, vendedor independiente, hogar y oficios varios.

En el momento en el que se les preguntó sobre su proyecto de vida en referencia a cuál era su mayor preocupación respecto al futuro, se dieron ciertas opciones donde los estudiantes debían indicar en una escala de 0 a 10 qué tanto les preocupaba el dinero, los hijos, el trabajo, el estudio, los padres, los amigos, los conflictos de país u otras que podían escribir.

La situación que más preocupa en cada hogar es el dinero ya que por lo general es la principal causa de dificultades en casa, además de que relacionan los factores de trabajo como un medio para obtener el dinero y los padres como un motivo para poder darles una mejor calidad de vida. Además, la dificultad que la mayoría de los estudiantes de ciclo cuatro identifican, es el problema de consumo de drogas, mencionan que este consumo radica principalmente en las personas que les rodean dentro de la institución y en su barrio.

Respecto a los aspectos culturales y sociales, los estudiantes en general dedican su tiempo libre a practicar deporte, labores escolares, ver televisión, labores en el hogar y escuchar música. Cuando se pide la construcción de un diagrama circular (Figura 1), para mostrar estas actividades y su porcentaje de acuerdo con el tiempo que le dedican fuera de la institución, los estudiantes reconocen que la división gráfica de cada parte del diagrama circular se realiza desde el centro del círculo (solo un estudiante no lo seccionó desde el centro) y que el tamaño de la división depende del tiempo que dediquen a cada actividad. Sin embargo, los estudiantes no relacionan el gráfico con los porcentajes, pese a que en la indicación se solicitaba (solo un estudiante hace la relación, pero usando escalas de 1 a 5, sin tener en cuenta que para este gráfico se debe atender al 100 %). Por lo que se concluye que, pese a que tienen varias ideas en relación con la construcción de este tipo de gráfico estadístico, no son conscientes del tipo de información que el mismo representa.

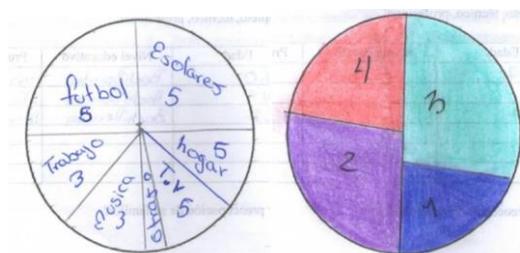


Figura 1. Construcción de gráficos circulares por estudiantes de ciclo cuatro. Fuente: Guerrero (2019)

Entre las 22 preguntas del instrumento, y en el apartado destinado a conocer las necesidades e intereses en relación con la dimensión de convivencia y paz, se recogen algunas percepciones respecto a sus actuares como integrantes de la sociedad y cómo ven la evolución de las mismas a mediano plazo. Así, por ejemplo, respecto a cómo se

comunican cuando tienen alguna inconformidad o conflicto, manifiestan que lo hacen gritando a la persona, pocos se tranquilizan inicialmente y luego sí manifiestan su molestia (ideas totalmente opuestas). En relación con los gritos, uno de los ejemplos se centra en la manera en cómo sus vecinos solucionan los conflictos, se gritan desde la ventana. Al momento de preguntar sobre la forma en que se solucionarían los conflictos dentro de 10 años (Figura 2), afirman que se podría con golpes, o si hay educación sería hablando, lo que se asemeja a la actualidad del diario vivir, viendo como “normal” estas situaciones dentro y fuera de la institución.

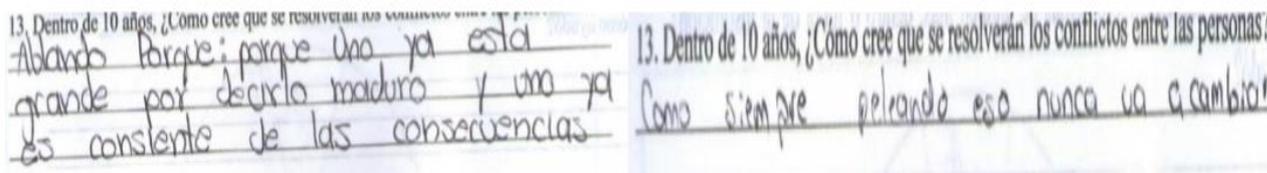


Figura 2. Respuestas para solucionar conflictos. Fuente: Guerrero (2019)

En cuanto a las nociones preliminares, desarrolladas durante el paso inconstante por los contextos escolares y complementados por las experiencias de la vida, respecto a la estadística descriptiva se observa que los estudiantes registran de manera global algunos elementos de los gráficos estadísticos, sin reconocer y valorar su utilidad y tiene un bajo nivel de lectura de estos en contextos reales. Por lo que el problema que se formula para abordar en el diseño de la secuencia de actividades asociada a nuestra investigación es: Los estudiantes de ciclo cuatro en el marco de su práctica social tienen inconvenientes de dinero en sus hogares, de consumo de drogas por personas que les rodean dentro y fuera de la institución, y con la manera en cómo solucionan sus conflictos en los diferentes contextos en los que interactúan, generando problemas en la convivencia y paz de su medio escolar, y en cuanto a lo conceptual presentan falencias en nociones de estadística descriptiva lo que dificulta el desarrollo del pensamiento crítico.

Para la fase 2 de la metodología, y según los tres problemas identificados en la fase de contextualización referentes a la práctica social de los estudiantes (consumo de drogas de sus compañeros dentro y fuera de la institución, el dinero y la solución de conflictos dentro y fuera del medio escolar), se pide a los estudiantes elegir una de estas problemáticas para ahondar en su comprensión, siendo esta el consumo de drogas. A partir de ella se realiza el diseño de la secuencia de actividades en el marco de esta investigación, y de acuerdo con el marco de referencia estipulado se formulan aprendizajes esperados relacionando las principales perspectivas declaradas.

Tabla 2. *Aprendizajes esperados*

Aprendizajes Esperados [AE]	Descripción
AE1. Uso de métodos estadísticos.	Usar métodos estadísticos como parte fundamental para la solución de problemas que así lo requieran.
AE2. Expresar desacuerdos controlando algunos comportamientos a través del diálogo y la socialización.	Reflexionar y expresar los desacuerdos que se tenga con otros, de manera pacífica, cuando se considera que hay injusticias, fomentando la socialización y el diálogo entre los estudiantes con otros integrantes de la comunidad como padres y maestros, fortaleciendo así la comunicación y relación entre sujetos de la comunidad educativa.
AE3. Explorar e indagar, usando datos recolectados en problemas abiertos, desarrollando autonomía.	Explorar, indagar e investigar sobre fuentes para asumir la necesidad de recolectar la información estadística, de acuerdo con la naturaleza del problema que trate, para proponer posibles soluciones a las problemáticas aumentando los niveles de participación de cada integrante de la comunidad educativa, en el aprendizaje y formación de los estudiantes.

En pro de la secuencia de actividades diseñada para esta investigación y con el fin de poder ejecutar la fase tres de la metodología, se definieron objetivos instruccionales en busca de aportar a la formación ciudadana en la dimensión de convivencia y paz, haciendo uso de nociones estadísticas y atendiendo al contexto de los estudiantes participantes de la indagación. La secuencia, se lleva a cabo en cuatro sesiones de clase. Sesión 1, ¿Quién dijo que teníamos problemas? Donde se generó la necesidad de recolectar información, pero no solo estadística, para tomar una postura crítica frente a un problema que afecta la convivencia de su medio escolar, creando un escenario de aprendizaje (Azcárate y Cardeñoso, 2011), enmarcándonos en una audiencia judicial para que los estudiantes por medio del escenario logran defender la postura de si es correcto o no expulsar a un estudiante de la institución que se haya encontrado consumiendo drogas en el baño. Así, se conforman tres grupos: parte fiscal, parte de defensa y parte de jurado, a los que cada estudiante escoge vincularse de manera voluntaria siguiendo el rol que desea interpretar según la mirada que asume frente al caso real.

Sesión 2. ¡Preparémonos para la audiencia! Los estudiantes hicieron uso de las nociones que tenían hasta el momento de estadística descriptiva y que habían sido desarrolladas en su trasegar por la vida escolar y a partir de sus experiencias de vida. Tales nociones las usaron para presentar, analizar e interpretar información estadística (y no estadística) proveniente de diversas fuentes (constitución política, manual de convivencia, noticias de diferentes periódicos), para construir su postura y defender ante la audiencia. Leyeron diversas representaciones estadísticas presentes en textos, gráficos y tablas.

En la Sesión 3. ¿Culpable o inocente? Al tener en cuenta que los estudiantes habían reconocido entre sus principales problemáticas sociales el consumo de drogas, los embarazos prematuros, los problemas económicos y el maltrato físico, se inicia la toma de conciencia frente a las mismas y de manera especial frente al consumo de drogas al interior de la institución. Construyen una postura crítica al plantear posibles soluciones a la situación de estudio, es decir, plantear soluciones frente a la expulsión de la institución de un estudiante involucrado en la venta y consumo de drogas.

La Sesión 4. ¿Nos sirvió la audiencia? buscó a modo de cierre, que los estudiantes reconocieran la evaluación como una estrategia para determinar y reflexionar respecto a las problemáticas cercanas e identificar, cómo de manera personal, se puede aportar para transformar de manera positiva el entorno y, además, reconocer de qué manera había aportado toda la gestión de la secuencia de actividades diseñada en pro de la problemática que ellos eligieron estudiar.

Entre el diverso material entregado a los estudiantes se encuentran artículos como:

- El Tiempo. (2016). Consumo de drogas se duplicó en los colegios de Bogotá [circulación nacional]. Recuperado en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16618605>
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). Los jóvenes de San Cristóbal en contra de las drogas [circulación nacional]. Recuperado en: <https://www.mineduccion.gov.co/cvn/1665/w3-article-176789.html>
- El Tiempo. (2018). Alcaldía dice que tarifas de transporte no aumentaron la pobreza [circulación nacional]. Recuperado en: <https://www.eltiempo.com/bogota/por-que-aumento-la-pobreza-en-bogota-198408>
- Extra-Bogotá. (2018). Deuda mortal, lo asesinaron detrás de un colegio en San Cristóbal [circulación nacional]. Recuperado en: <http://bogota.extra.com.co/noticias/judicial/deuda-mortal-lo-asesinaron-detras-de-un-colegio-en-san-crist-402179>

Artículo para la parte defensa

- Caracol Radio. (2016). Crece consumo de drogas en colegios de Bogotá. Recuperado en: http://caracol.com.co/emisora/2016/06/12/bogota/1465753019_509072.html

Artículo para la parte fiscal

- Semana. (2015). Consumir drogas no es motivo para expulsar a un niño [circulación nacional]. Recuperado en: <https://www.semana.com/educacion/articulo/expulsion-por-drogas/438431-3>

Artículo para las tres partes (jurado, defensa y fiscalía)

- Flórez, J. C. (2016). Deserción escolar de adolescentes a partir de un estudio de corte transversal: Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015 Recuperado en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-psiquiatria-379-articulo-desercion-escolar-adolescentes-partir-un-S0034745016300877>

Teniendo en cuenta la breve descripción de la secuencia de actividades que planteamos, los insumos presentados y los aprendizajes esperados, en la Tabla 3 se muestran algunos resultados respecto a la formación ciudadana y a la formación estadística del grupo de estudiantes de un aula de educación acelerada que fueron partícipes de la indagación.

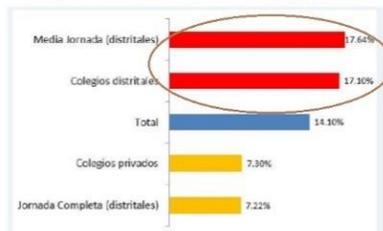
Tabla 3. *Desarrollo de los aprendizajes esperados durante la intervención*

AE	Análisis
	<p>Este Aprendizaje Esperado [AE] respecto al uso de métodos estadísticos se ve de manera explícita en el momento en que los estudiantes resuelven el taller asociado a una noticia que tenía como idea central el consumo de drogas en jóvenes de instituciones de Bogotá, ya que los métodos estadísticos que usan giran en torno a la lectura de gráficos estadísticos y el cálculo de alguna medida de tendencia central (se vislumbra en el siguiente AE) para dar sus puntos de vista respecto a cierta información que se relaciona con su entorno.</p> <p>Para el caso de la lectura de gráficos estadísticos, los estudiantes tras leer los tres gráficos que están presentes en la noticia (Investigación: el consumo de drogas en los colegios de Bogotá, https://www.las2orillas.co/investigacion-el-consumo-de-drogas-en-los-colegios-de-bogota/) logran emitir algunas conclusiones. Por ejemplo, para el gráfico* que mostraba información respecto al porcentaje de estudiantes que han visto venta de drogas al interior del colegio, un grupo basándose en las dos primeras barras (colegios de media jornada y colegio distritales) menciona:</p>

3. ¿Cuál es la información que está presentado el gráfico estadístico?

AE1

que nos da una perspectiva de como las drogas esta acabando mas que todo con los estudiantes de los colegios publicos



* El gráfico estadístico es usado tal cual aparece en la noticia (sin título, y sin que la suma de los porcentajes corresponda a un 100 %).

Además, encaminan la información que brinda la noticia hacia la realidad de su entorno, a partir de la cuarta pregunta por medio de lo que “han visto” en la Institución.

4. ¿La información que presenta el gráfico concuerda con la información escrita en la noticia?

En la noticia dice la verdad pero en mi colegio NO he visto venta de sustancias psicoactivas dentro de la institución

Los desacuerdos que expresan inicialmente es respecto al tema que será elegido para la audiencia pues al presentar ideas diferentes se fomenta que los estudiantes puedan escuchar a sus compañeros, que pidan la palabra y argumenten o defiendan su postura de manera respetuosa.

E3: Yo digo que el consumo de drogas porque mire que a veces hacen proyectos acá en el colegio y yo digo que a veces no sirve, eso viene de la casa, eso viene de la sociedad.

E6: ¡No...! ¡No...! Eso no es cierto.

Inv: Escuchemos primero por favor.

E6: Bueno si, tiene razón.

E3: Respéteme mi opinión por favor.

E6: Sí, continúe, ¡perdón!

E3: Yo creo que la educación va desde casa.

De acuerdo con la anterior transcripción se refleja el fortalecimiento de la comunicación haciendo uso del diálogo para expresar desacuerdos con el otro.



E7: ... consumo de drogas, ¿no? (...), hay unos que consumen drogas y la controlan, pueden que fumen, pero salen adelante, pero de todas maneras no sabemos acá quién no la sepa controlar. O sea, en cualquier momento que cualquiera no la haya probado, va y la prueba y se puede perder en ella, mientras que otro la puede probar y la puede controlar y puede salir adelante.

E3: Yo quiero responder (se da la palabra), cualquier droga es mala para su salud, y yo digo que el dinero... El dinero hace referencia a las cosas de uno.

E7: Pero es que no todos toman las drogas de la misma manera, algunos salen adelante con ellas.

E6: Depende de los pensamientos de cada uno.

E3: Además esta primeramente la salud que el dinero.

AE2 E7: Pero yo también digo que el dinero es un problema, porque el dinero a uno lo hace salirse del estudio y también volverse un vicioso, yo no estoy en desacuerdo con las drogas, solo digo que es algo delicado porque las drogas lo acaban.

Algo similar se ve en la anterior transcripción, pues los estudiantes E3 y E7 expresan a través del diálogo ideas diferentes, ya que E7 quiere que el tema a abordar sea el consumo de drogas y E3 quiere hablar de los problemas de dinero, diálogo que se da sin rencillas.

Por otra parte, los estudiantes también expresan los desacuerdos que se tienen con otros gracias al escenario de la audiencia, ya que se fomentó la socialización y el diálogo entre cada grupo de estudiantes y cuando había desacuerdos entre las dos partes (fiscal y defensa) los estudiantes respetaban la palabra y sabían que debían escuchar a sus compañeros sin intervenir en el momento en que el otro grupo tenía la palabra, pues era una de las reglas de la actividad.

Por ejemplo, un estudiante de la parte fiscal al exponer sus argumentos e intentando mencionar la violación de los derechos que se le harían a un estudiante si lo expulsan de la institución, durante su intervención, da un ejemplo de una situación de su diario vivir, y el otro grupo expresa sus desacuerdos de manera pacífica y teniendo en cuenta que se debe respetar la palabra de los demás.



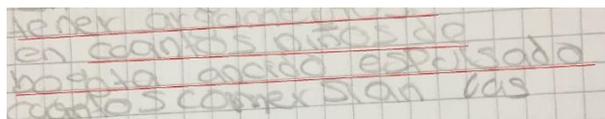
E9: Dígame usted [refiriéndose al grupo de la defensa] cómo se va a sentir que lo roben y que no hagan nada, se le violan los derechos y más si es un familiar suyo.

[Levanta la mano un integrante del grupo de la defensa].

E6: ¡Objeción! Estamos hablando de la Institución.

E8: Espere...

AE3 Cuando los estudiantes deciden qué información van a buscar, generan autonomía pues eligen libremente lo que consideran les servirá para la audiencia, y de manera general cada grupo tiene varios puntos en común ya que se centran en el conducto regular que da el Manual de Convivencia de la Institución, y a la indagación de noticias y estadísticas relacionadas con el consumo de drogas en los colegios de la localidad (como se observa en la imagen), porque ven este tipo de información necesaria para dar solución al problema.



Tener argumentos de cuántos niños de Bogotá han sido expulsados (tarea de información estadística).

A partir de la información brindada en la Tabla 3 se tiene que los estudiantes logran tomar postura respecto a problemáticas planteadas cercanas a su entorno usando información estadística. Adicionalmente, los estudiantes toman conciencia y crean su propia postura respecto a dichas problemáticas, involucrándose de manera directa con su entorno a través de un papel activo y reflexivo ante situaciones de su medio escolar, puesto que logran pensar en el otro como sujetos que tienen los mismos derechos y deberes, donde se resalta la importancia de buscar un bien común, algo relevante para su formación ciudadana.

Sin embargo, se reconoce la necesidad de involucrar aún más aspectos ligados con el uso del lenguaje estadístico en el estudio de las problemáticas sociales de los participantes, ya que para el problema abordado (solución de conflictos referidos al consumo de drogas), durante la intervención se presentan dificultades frente a cómo generar la necesidad de usar información estadística para defender una idea, cuando en el diario vivir y en la experiencia de cada uno, los tipos de argumentos que se usan son otros, especialmente de índole subjetivos. Para cambiar este tipo de panorama e involucrar la formación disciplinar es importante que haya un trabajo constante y que los estudiantes lo vean útil en la escuela y fuera de ella.

CONCLUSIONES

La implementación de este tipo de investigaciones, muestra el aporte que se hace al proyecto de vida de los estudiantes, ya que mejoraron el control de comportamientos que se identificaron en la Formulación del proyecto de ciclo cuatro, donde se mencionada que ellos (y como se logró caracterizar en la situación problema) presentaban falencias en la solución de conflictos y tenían problemas de convivencia, pues la secuencia de actividades y la metodología de aula, permitió que no solo reconociera la necesidad de escuchar a los otros, sino, a mejorar conductas frente a sus relaciones interpersonales haciendo uso del diálogo cuando se tenía un desacuerdo, y buscar la solución a un problema como agentes mediadores pensando en las personas de su Institución y de su comunidad.

La secuencia de actividades también tuvo impacto significativo respecto a los aspectos cognitivos que giran alrededor de la Estadística Descriptiva, especialmente en el uso de métodos estadísticos (recoger y estudiar datos estadísticos) para dar solución a un problema. De manera particular en la lectura de representaciones estadísticas presentes en los medios de comunicación (especialmente gráficos estadístico y datos en porcentajes). Además, se logró evidenciar la interpretación, el análisis y la evaluación que realizan los estudiantes de la información estadística, construyendo a partir de esta una postura crítica y fortaleciendo la autonomía en el proceso de la formación ciudadana, idea fuertemente ligada con características básicas del desarrollo del Pensamiento Aleatorio.

Se considera que un constante desarrollo de este tipo de intervenciones bajo secuencias de actividades diseñadas bajo contextos y problemáticas específicas, ha de permitir que los investigadores, y de manera particular los docentes, direccionen la enseñanza-aprendizaje de la estadística a partir de situaciones problema de la vida social de los estudiantes. Poco a poco, pero bajo procesos permanentes, los estudiantes con base en sus aprendizajes, han de proponer soluciones a las problemáticas sociales que los rodean, bajo la construcción de argumentos estrictamente estadísticos y no solamente basados en la

subjetividad, reconociendo la necesidad de los datos y del estudio formal de aspectos disciplinares de la estadística.

Por otra parte, respecto a la metodología de investigación, se tiene que fue acertada la construcción de fases particulares teniendo en cuenta los aspectos cognitivos y sociales en donde se ven involucrados los estudiantes de ciclo cuatro, a la luz de las dos metodologías atendidas. Dado que tras identificar y lograr elegir una problemática donde los participantes se ven afectados, genera que ellos puedan ver aportes de las matemáticas, de manera particular, desde la estadística, a su proyecto de vida y que complementa la formación ciudadana de los mismos, por ejemplo, cuando los estudiantes tras realizar una lectura de información estadística dan su opinión al respecto y proponen soluciones a problemáticas relacionadas con su entorno.

Aunque se reporta una experiencia investigativa dirigida a un nivel y programa educativo específico (cuarto ciclo de un programa de educación acelerada) y desarrollada en una muestra de 24 estudiantes, cabe decir que dicha experiencia puede ser adaptada a cualquier otro nivel y programa educativo, siguiendo las fases descritas en el trabajo, ya que es uno de los más significativos alcances de la propuesta de investigación, un punto fuerte del trabajo es la descripción del diseño e implementación de dicha experiencia de enseñanza con base en el diseño de una secuencia de actividades propia.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, por su apoyo en el proceso de investigación y acompañamiento en la proyección del presente artículo a través del Semillero de Investigación en Educación Estadística; al proceso formativo en la Maestría en Docencia de las Matemáticas; y la financiación del proyecto de investigación DMA-428-16 fuente de inspiración de este artículo.

REFERENCIAS

- Álvarez, I., Andrade, L. y Fernández, F. (2016). *La investigación en Educación Estadística en el DMA-UPN: una mirada para transformar*. Proyecto de Investigación DMA-428-16
- Azcárate, P. y Cardeñoso, J. (2011). La enseñanza de la estadística a través de Escenarios: implicación en el desarrollo profesional. *Bolema*, Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 40(24), 789-810.
- Bernal, J. y Gil, M. (2000). Escuelas aceleradas. *Cuadernos de pedagogía*, 285, 33-39.
- Bonal, X. (1992). Escuelas aceleradas para alumnos desaventajados. *Cuadernos de Pedagogía*, 201, 60-66.
- delMas, R. (2002). Statistical literacy, reasoning, and learning: A commentary. *Journal of Statistics Education*, 10(3).
- Fernández, S., Cordero, J. y Córdoba, A. (2002). *Estadística Descriptiva*. Esic: Madrid.
- Guerrero, M. (2019). *Formación ciudadana en la dimensión de convivencia y paz como aporte al desarrollo del pensamiento aleatorio en un aula de educación acelerada* (Trabajo de grado de maestría inédito). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Herreras, E. B. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista*

- Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-9.
- Latorre, A. (2016). La investigación-acción. En R. Bisquerra (Ed.) *Metodología de la investigación educativa*, Madrid, España: La Muralla, S. A. 361-386.
- Ley General de Educación. Ley 115. Art. 1-5. Ministerio de Educación Nacional. (1994).
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (1998). *Lineamientos Curriculares en Matemáticas*. 1-51. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2003). Estándares Básicos de Matemáticas. *Estándares Básicos de Matemáticas y Lenguaje Educación Básica y Media*. Revolución Educativa Colombia Aprende. 3-21.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2006a). Estándares Básicos de Competencias Ciudadanas. *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. 148-184. Revolución Educativa Colombia Aprende.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2006b). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. 46-89. Revolución Educativa Colombia Aprende.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2011). *Encuesta Nacional de Deserción Escolar (ENDE). Socialización de resultados principales en el marco de los encuentros regionales de construcción del Plan Sectorial de Educación*. Bogotá: agosto 19.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J.L. y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 29(1), 75-88.
- Noll, J. (2007). *Graduate teaching assistants' statistical knowledge for teaching* (tesis doctoral). Universidad Estatal de Portland, Estados Unidos.
- Secretaría de Educación de Bogotá [SED]. (2015a). *Reorganización curricular por ciclos*. Bogotá: MEN.
- Secretaría de Educación de Bogotá [SED]. (2015b). *Dirección de Inclusión e Integración de Poblaciones*. Bogotá.
- Skovsmose, O. (2012). Escenarios de investigación. En P. Valero y O. Skovsmose (Comps.), *Educación Matemática Crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 109-130). Bogotá: Ediciones Uniandes.

Ingrith Álvarez-Alfonso
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia
alvarez.ingrith@gmail.com

Milady Astrid Guerrero-Velasco
Liceo Hermano Miguel la Salle, Colombia



ISSN: 2603-9982

Cabrera, G., Tauber, L. y Fernández, E. (2020). Educación Estocástica para pensar estadísticamente. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 89-109

EDUCACIÓN ESTOCÁSTICA PARA PENSAR ESTADÍS-CRITICAMENTE

Gabriela Pilar Cabrera, Universidad Nacional de Villa María, Argentina

Liliana Mabel Tauber, Universidad Nacional del Litoral, Argentina

Elina Fernández, Universidad Nacional de Villa María, Argentina

Resumen

Con el objetivo de procurar, en clases universitarias de Estadística, las condiciones para inmiscuir el pensamiento estadístico en un pensar crítico, en la etapa de anticipación de una coreografía didáctica externa, se aplicó el análisis crítico del discurso a una muestra teórica de 99 relatos de periodistas y referentes políticos argentinos. Se obtuvieron evidencias del uso de las ideas estocásticas fundamentales, de la intención subyacente a este uso y su relación con los argumentos expuestos para sustentar las afirmaciones. Con este resultado, se desarrolló una secuencia didáctica integrada a la coreografía para un curso de Bioestadística. Se discuten los alcances de la misma, mostrando que conformó un sólido andamiaje para lograr la comprensión de estas ideas estocásticas por parte de la mayoría de los estudiantes y de su relevancia para discernir entre la información fidedigna de la que no lo es.

Palabras clave: Educación estadística crítica, coreografía didáctica, ideas estocásticas fundamentales, pensamiento estadístico.

Stochastic Education for thinking statistically-critically

Abstract

With the aim of procuring, in statistics university classes, the conditions to interfere with statistical thinking in critical thinking, in the anticipation stage of an external didactic choreography, critical discourse analysis was applied to a theoretical sample of 99 stories of Argentine journalists and political referents. Evidence was obtained of the use of fundamental stochastic ideas, of the intention underlying this use and its relationship with the arguments presented to support the claims. With this result, a didactic sequence integrated into the choreography was developed for a Biostatistics course. The scope of it is discussed, showing that it formed a solid scaffolding to achieve the understanding of these stochastic ideas by the majority of the students and their relevance to distinguish between the reliable information from what is not.

Keywords: Critical statistical education, didactic choreography, fundamental stochastic ideas, statistical thinking

INTRODUCCIÓN

La Educación Estocástica ocupa un lugar central en un mundo complejo e incierto, altamente tecnificado y sobrecargado de información en el que se potencia y acentúa en los medios de comunicación, las redes sociales y los discursos de políticos el uso de la Estadística con la intención de utilizarla como evidencia objetiva del análisis de la realidad social, económica, política, cultural y ambiental que pretenden mostrar. En este sentido, Ben-Zvi y Makar (2016) advierten sobre la omnipresencia de la información cuantitativa en los medios de comunicación para otorgar credibilidad a lo que se comunica.

Es así que, en medio de la pandemia del COVID-19, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) alertó a la ciudadanía sobre la infodemia masiva, describiéndola a través de un modelo exponencial.

El término infodemia se refiere a un gran aumento del volumen de información relacionada con un tema particular, que puede volverse exponencial en un período corto debido a un incidente concreto como la pandemia actual. En esta situación aparecen en escena la desinformación y los rumores, junto con la manipulación de la información con intenciones dudosas. (Organización Panamericana de la Salud, 2020, p. 2)

Por su parte, la directora del Programa de Emergencias Sanitarias de la OMS, nos recuerda que también en la Edad Media existió la infodemia cuando ocurrieron otras epidemias. Sin embargo, la presencia de las redes sociales hace que esta infodemia se expanda más rápido, más lejos y con mayor potencia (Zarocostas, 2020).

En los últimos 30 días se han subido 361.000.000 videos en *YouTube* en las categorías de “COVID-19” y “COVID 19”, y desde que comenzó la pandemia se han publicado cerca de 19.200 artículos en Google Scholar. En el mes de marzo, unos 550 millones de tuiteros incluyeron los términos coronavirus, corona virus, covid19, covid-19, covid_19 o pandemia. (Organización Panamericana de la Salud, 2020, p. 2)

Y mientras nos estábamos empezando a acomodar a este nuevo paradigma de datos y algoritmos, apareció la pandemia. Que es algo así como la tormenta perfecta de los datos y sus interpretaciones: se hunde el Titanic cuando solo habíamos aprendido a flotar en la piscina del barrio. Y así es que, casi de un día para otro, cualquiera con un televisor o acceso a las redes sociales se ve invadido por un vendaval de gráficos, tablas y frases otrora relegadas a expertos de la epidemiología, como “achatar la curva” o “pico de contagio”, ahora en boca de cualquier vecino, máxime a través de grupos de whatsapp o las redes sociales en general. (Sosa, 2020)

Tiene relevancia aquí mencionar el uso de gráficos, tablas e indicadores que optó por utilizar el gobierno argentino para comunicar a la sociedad las decisiones en relación al establecimiento de la cuarentena. En una de esas conferencias, se mostraron dos gráficos de barras con las tasas de mortalidad y letalidad del virus en algunos países de América y de Europa. En dichos resúmenes, se cometieron errores en la presentación de los resultados que luego tuvieron que rectificarse:

En el cuadro comparativo de la tasa de mortalidad en distintos países de la región, el gráfico presentado por el Presidente Aníbal Fernández, mostraba que se trataba de una tasa sobre 100 mil habitantes, cuando en realidad el número correspondía a la mortalidad por millón de habitantes. El embajador de Chile en la Argentina se había quejado vía Twitter por el error. (“El gobierno aclaró un error en las filmas de Alberto Fernández”, 2020)

La discusión que ocurrió a través de Twitter, entre representantes de los gobiernos de Argentina y Chile, se fundamentó a partir de datos, gráficos y tasas, los cuales en el caso de los que utilizó el presidente argentino presentaban distintos errores, por lo que fue cuestionado por el embajador chileno en Argentina, quien también utilizó gráficos y tasas, aunque estas últimas comparaban información que no era adecuada para fundamentar la

crítica ya que, en el primer caso, se usaron tasas de mortalidad en países de América (con diversos errores en su cálculo y presentación gráfica) y, en el caso del embajador chileno, se usaron tasas de letalidad en países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Así, ambos referían a distintas tasas no comparables y, en el caso del embajador, indicó que Chile tenía la tasa de letalidad más baja de Latinoamérica cuando el gráfico comparaba Chile con los países de la OCDE (Tauber, 2020).

Asimismo, vale como muestra de este uso de la información cuantitativa para dar credibilidad a lo que se dice, dos afirmaciones realizadas por distintos políticos respecto de las causas de la desocupación en Argentina. En 1995, uno de ellos indicó que, una de las causas del aumento del desempleo era que “las mujeres habían salido a buscar trabajo” (“Argentina contra el desempleo”, 1995). En 2019, otra política refirió que: “hay más desempleo porque hay más crecimiento de la población y más gente que busca trabajo” (Novaresio, 2019).

Otro ejemplo de la misma índole, son las expresiones de un político que afirmó que Argentina, en 2014, tenía menos pobres que Alemania (“Distintos pobres en la Argentina y Alemania”, 2014) y al comparar los índices de pobreza de ambas naciones, no tuvo en cuenta que estos indicadores fueron diseñados con base en metodologías estadísticas diferentes e incurrió en un error.

También Nussbaum (2015), al cuestionar al Producto Bruto Interno (PBI) como indicador de la riqueza de un país en cuanto “que deja de lado la distribución y puede dar una alta calificación a naciones o estados que contienen desigualdades alarmantes”, devela el uso de una medida que se basa en sumas ponderadas y promedios, y resulta inadecuada para distribuciones heterogéneas y demasiado asimétricas.

Estos ejemplos son evidencia de que en la actual sociedad, el conocimiento y las habilidades se discuten con datos (Engel, 2019), entendiéndose que la descripción de la realidad a través de números no es algo neutral, puesto que genera conflictos sociales, económicos y políticos (Moreno y Moreno, 2010). Por ello, “la escuela [universidad] no debería centrarse en proveer a los estudiantes de información disciplinar aislada de su mundo, sino formarlos para abordar críticamente las crisis y los conflictos de la sociedad” (Zapata-Cardona, 2018, p. 31).

Se precisa “capacitar a los jóvenes para que construyan su propia posición basada en la evidencia y puedan participar en procesos públicos de toma de decisiones” (Engel 2019, p. 17), que “tengan una mejor comprensión de la sociedad y contribuyan a la transformación de ésta” (Pinto, Tauber, Zapata-Cardona, Albert, Ruiz y Mafokozi, 2017, p. 230). Dicha realidad interpela a docentes e investigadores en el área de la Educación Estadística a que asumamos el rol de intelectuales transformadores (Giroux, 1997) y respondamos a la pregunta central que nos plantea la Pedagogía Crítica en la voz de McLaren (2005, p. 36): “¿qué relación existe entre lo que hacemos en el aula [universitaria] y nuestro esfuerzo por construir una mejor sociedad?”.

Esta es una pregunta que orienta la creación de las condiciones de la enseñanza de la Estadística bajo el desafío de intentar llevar a las personas más allá del mundo que conocen (Giroux, 2009), desarrollando para ello un pensamiento crítico “concebido como capacidad de problematizar lo que hasta el momento se trató como evidente. La capacidad de pensar acerca de nuestro pensamiento” (Giroux, 1997, p. 108).

Entonces, con el objetivo de procurar en nuestras clases de Estadística, las condiciones para inmiscuir el pensamiento estadístico en el pensamiento crítico y así, potenciar la “interpretación como una práctica de intervención en el mundo” (Giroux, 2019, p.3),

optamos por la perspectiva de las coreografías didácticas: “Oser y Baeriswyl (2001) buscaron en el mundo del arte y la danza una analogía que le permitiera visualizar la conexión entre la enseñanza y el aprendizaje” (Zabalza, 2017). En toda coreografía didáctica deben existir cuatro componentes: la anticipación, la coreografía externa o visible -ese ambiente de aprendizaje diseñado por los equipos docentes-, la coreografía interna -no visible- del estudiante y el producto o resultado del aprendizaje (Oser y Baeriswyl, 2001; Beraza y Cerdeiriña, 2019; Zabalza 2017).

En torno a lo dicho, nos planteamos innovar y potenciar la coreografía didáctica externa desarrollada para el proceso de enseñanza y de aprendizaje de Bioestadística de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Villa María (UNVM), publicada en Cabrera y Asinari (2017) y Cabrera (2018) y valorada con una alta idoneidad didáctica global en Cabrera y Tauber (2019). Así, se parte de una secuencia didáctica, montada en el escenario de los conflictos y problemas que ocurren en el mundo de nuestro estudiantado y que interpelan tanto el ejercicio de su ciudadanía como de sus futuras profesiones.

Una coreografía externa y visible, [está] compuesta por los elementos materiales, organizativos, operativos y dinámicos que configuran un espacio de acción y pensamiento. Es el ambiente de aprendizaje que diseñamos, los materiales que ofrecemos, las consignas que transmitimos, el tiempo y el ritmo que establecemos, las actividades [las secuencias didácticas], las modalidades de agrupamiento, etc.”. (Beraza y Cerdeiriña, 2019, p. 214)

Ahora bien, durante la etapa de anticipación de la referida secuencia didáctica, nos propusimos experimentar en la propia piel el proceso de análisis crítico de relatos de periodistas y referentes políticos, en temáticas vinculadas con conflictos que interpelan al mundo: pobreza, desigualdad, brecha digital, género, ambiente, democratización de la educación, pandemia e infodemia, brecha digital, entre otros.

Más precisamente, este ejercicio se centró en identificar la utilización -de manera explícita o tácita- de las Ideas Estocásticas Fundamentales (Goetz, 2009; Burrill y Biehler, 2011; Estrella, 2017), en develar la intención subyacente a este uso y su relación con los argumentos expuestos para sustentar las afirmaciones. También nos planteamos posibles preguntas que los estudiantes podrían hacerle a estos relatos, las cuales darían cuenta de la relevancia que tiene comprender las Ideas Estocásticas Fundamentales (en adelante IEF) para realizar un análisis crítico y reflexivo de la información que leemos y escuchamos. Cabe aquí aclarar que un análisis crítico del discurso “engloba todas las modalidades de investigación crítica que tienen que ver con el uso de la lengua o con la comunicación, (...) como por ejemplo, el estudio crítico de los medios de comunicación”. (Van Dijk, 2002, p. 20)

Con base en el resultado de este ejercicio, diseñamos una secuencia didáctica contextualizada en el marco de la pandemia del Covid-19 e infodemia, la cual integramos a modo de innovación en la coreografía didáctica externa cuya meta central es que nuestros estudiantes tomen conciencia de la relevancia de la comprensión de las IEF para discernir entre la información confiable y fidedigna de la que no lo es.

LAS IDEAS ESTOCÁSTICAS FUNDAMENTALES: “NÚCLEO” DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO-CRÍTICO

Inmiscuir el pensamiento estadístico en un pensar crítico, considerando la interpretación como una práctica de intervención en el mundo (Giroux, 2019), es la principal condición de enseñanza que un docente de Estadística -en su rol de intelectual transformador (Giroux, 1997)- debe crear para propiciar el pensamiento estadístico-crítico. Para ello, la

alfabetización estadística (Ben-Zvi y Garfield, 2004; Pinto, Tauber, Zapata-Cardona, Albert, Ruiz y Mafokozi, 2016; Batanero, 2013), el razonamiento estadístico (Garfield y Ben-Zvi, 2008; Pfannkuch, 2007) y el pensamiento estadístico (Behar y Grima, 2004; 2014; Pfannkuch y Wild, 2004) deben insertarse significativamente en un ambiente de aprendizaje que tenga como condición necesaria que los estudiantes “reflexionen críticamente en consonancia con la comprensión del mundo y así comenzar a cuestionar su propia idea de acción, de las relaciones con otros y de las relaciones con dicho mundo” (Giroux 2017, p.21).

De este modo se produce una sinergia entre el pensamiento estadístico y el pensamiento crítico, que es más que cada uno de ellos por separado, obteniéndose como resultante un pensar estadís-crítico. Inmersos en este contexto, la alfabetización, el razonamiento y el pensamiento estadísticos constituyen los tres componentes que toda coreografía didáctica debería contemplar en la enseñanza universitaria de Estadística.

Las relaciones entre estos tres componentes han sido descritas en distintos trabajos (Ben-Zvi y Garfield, 2004; Batanero, 2013; Gal, 2019; Tauber 2020; entre otros) y aunque con similitudes y diferencias, todos coinciden en que la alfabetización estadística es el pilar fundamental para desarrollar el razonamiento y el pensamiento estadístico. Cabe aquí advertir que en un pensar estadís-crítico, la alfabetización estadística se sostiene en la idea de alfabetización delineada por Freire y que tan claramente Valero, Andrade-Molina y Montecino (2015) retoman:

La alfabetización matemática [alfabetización estadística] (Skovsmose, 1999, p.26) está estrechamente relacionada con la noción de alfabetización formulada por Freire, ya que ésta se convierte en una competencia necesaria para leer y escribir el mundo (...) Es aquí donde la visión de la Educación Matemática Crítica, vincula claramente la competencia matemática [competencia estadística] con la posibilidad de crítica social, y con una visión política que vela por el cuestionamiento de las estructuras de poder en la sociedad. En este sentido, esta visión se diferencia tajantemente de todos aquellos discursos que resaltan la importancia del conocimiento matemático [conocimiento estadístico] y la competencia matemática [competencia estadística] de los ciudadanos como competencia importante de la mano de obra necesaria para el mercado. (p.11)

Ahora bien, el hecho de que la alfabetización estadística constituya el pilar fundamental, no implica que exista un orden lineal. Una coreografía didáctica que tenga como fin el pensar estadís-crítico, debería hacer interactuar elementos de los tres componentes para abordar los conflictos y problemas que interpelan el ejercicio de la ciudadanía de cada estudiante tanto como la profesión para la que se forma.

Y en este contexto se irán produciendo distintas inclusiones y complementariedades entre tales elementos, en este sentido, podríamos pensar en un sistema como el que se presenta en la Figura 1. En él podemos ver que en la base y centro ineludible del pensamiento estadístico, se encuentra la alfabetización estadística con todos sus elementos de conocimiento y disposicionales, tal como lo plantea Gal (2019), asociada a ella y prácticamente indisoluble, surge el razonamiento estadístico; ambas componentes deberán interactuar e ir creciendo en orden de complejidad para que, a la larga, se vaya construyendo el pensamiento estadístico. Por supuesto, esta construcción significativa que pone en relación distintos elementos de los tres componentes sólo será posible si se diseña una coreografía didáctica que permita ir estableciendo relaciones de menos a más entre componentes.



Figura 1. Componentes de la Educación Estocástica
Fuente. Reproducida de Tauber (2020)

Sumado a esto, cuanto más significativas sean esas complementariedades, más robusto será el núcleo del pensamiento estadístico. Consideramos que esa significatividad se dará paulatinamente a través de establecer relaciones cada vez más complejas entre las IEF (Santellán, 2019).

La concepción de ideas fundamentales fue creada por Bruner (1960), quien indica que en educación (de una determinada disciplina) se deberían seguir las líneas principales que ofrece la ciencia relacionada. Goetz (2009) complementa esta concepción afirmando que es posible enseñar los principios básicos de un tema, independientemente de la edad y del origen social de los destinatarios. Ello implica que se considere que la Educación Estocástica debería ser una copia no sesgada de la disciplina en sí misma. Por supuesto, el nivel de la educación debe ser diferente al nivel de la ciencia, pero esto no debería significar un obstáculo, sino un reto para identificar los contenidos y los métodos típicos de la ciencia. Esa identificación debe permitir distinguir las ideas fundamentales de la ciencia misma, en nuestro caso, las IEF. A todo ello, Goetz (2009) agrega que, además del contenido se debería tener en cuenta también a la actitud, que es característica para hacer estadística y para pensar críticamente sobre la información. En este sentido, postula que cuando se planifican secuencias didácticas, además de las IEF, se deberían considerar las creencias, tanto de los alumnos como de los docentes. Así, las creencias se asocian a las IEF, las cuales a su vez, son el corazón de cualquier coreografía didáctica. En consecuencia, es necesario distinguir cuáles son las ideas fundamentales que deberían estar integradas en una coreografía didáctica que tenga como objetivo propiciar el pensar estadístico-crítico.

Dado que estas ideas fundamentales, en ocasiones, pueden funcionar como obstáculos epistemológicos, pero a la vez son el origen de los conceptos estadísticos, es preciso identificar las IEF necesarias para elaborar una coreografía didáctica externa que propicie el pensamiento estadístico-crítico. Así, en la Figura 2, resumimos las IEF que consideramos esenciales para la construcción de una coreografía didáctica, especialmente diseñada para estudiantes que no han tenido formación previa en Estadística y que deben aprender a pensar críticamente en su primer curso de Estadística.

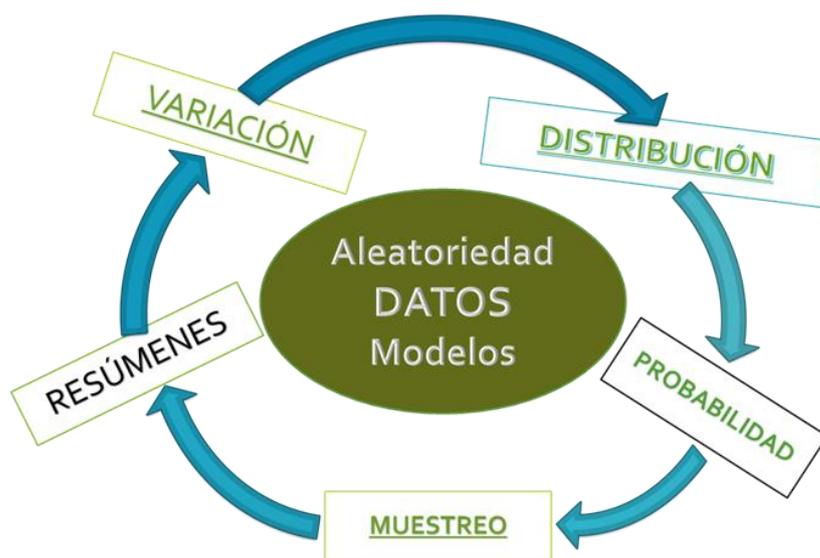


Figura 2. Ideas Estadísticas Fundamentales asociadas a una coreografía didáctica

Fuente. Reproducida de Tauber (2020)

Podríamos indicar que son tres las ideas que se deberían considerar como eje, a partir del cual “danzan” las demás: la aleatoriedad, los datos y los modelos. Por un lado, los datos nos brindan la evidencia de la “porción de realidad” que hemos observado y son el corazón de la Estadística. Esos datos están atravesados por la aleatoriedad, que es un modelo que permite describir un gran número de fenómenos en forma más adecuada que los modelos deterministas. Dicho modelo funciona a partir de dos ideas simples: repetitividad de la situación en las mismas condiciones e independencia de resultados en dos repeticiones. A partir del cumplimiento de esas dos condiciones, surgen una serie de modelos de complejidad progresiva, que permiten resolver problemas de inferencia y de predicción en presencia de incertidumbre. Estas tres ideas, que como vemos están entrelazadas, permiten identificar otra serie de ideas fundamentales asociadas, que deberían componer la coreografía didáctica:

- Los resúmenes estadísticos: tablas, gráficos, diagramas o medidas. Permiten integrar distintos conceptos e ideas, como indicadores, distribución, variación, entre otros.
- La variación: permite estudiar los distintos tipos (experimental, debida a errores de medición, debida al azar, etc.) y los modelos permiten controlar algunos de esos tipos de variación y/o predecir otros.
- La distribución: el razonamiento distribucional es uno de los modos de razonamiento estadístico, por lo tanto, el concepto de distribución es otra de las ideas fundamentales centrales. Una persona que dispone de un adecuado razonamiento distribucional podrá comprender y diferenciar distintas ideas asociada a los resúmenes y a los modelos aleatorios.
- La probabilidad: es la idea básica para comprender los modelos aleatorios clásicos y para construir modelos basados en distribuciones específicas de datos. Debemos considerar que la idea de probabilidad está íntimamente ligada a la de aleatoriedad, lo cual es una cuestión importante a tener en cuenta para no enseñar la probabilidad como un mero cálculo o solo como un algoritmo.
- El muestreo y la inferencia: ambas son ideas complejas porque integran muchas de las ideas anteriores. En consecuencia, a la hora de enseñar deberíamos ser cautos y pensar en introducir estas dos ideas de manera integrada y en espiral.

Así, siguiendo el esquema de la Figura 2 y considerando que pretendíamos potenciar la coreografía didáctica referenciada en la introducción de este trabajo, primero identificamos las IEF presentes en la información publicada en los medios y en las redes. Este proceso nos sirvió de insumo en la etapa de anticipación de la coreografía didáctica. En la sección siguiente describimos este proceso.

LAS IDEAS ESTADÍSTICAS FUNDAMENTALES EN LAS NOTICIAS: EJEMPLOS DE SU SENTIDO Y SIGNIFICANCIA

En este apartado se presenta el análisis previo que elaboramos con base en información publicada en los medios de comunicación, en el marco de la etapa de anticipación a la innovación de la coreografía didáctica externa.

Para esta tarea se obtuvo una muestra teórica (Strauss y Corbin, 2002, p. 232) de 99 relatos periodísticos y discursos de referentes políticos: 41 vídeos disponibles en *Youtube* de variados programas de la televisión argentina y 58 noticias, disponibles en 16 diarios argentinos con publicaciones digitales. Los criterios de inclusión en esta muestra teórica fueron: el uso de las IEF, tanto explícito como tácito; que las publicaciones hayan sido realizadas entre el 2 de enero de 2019 y 30 de junio de 2019; y que estuvieran disponibles en la Web o a través de videos de *YouTUBE*.

En la Tabla 1, se muestran recurrencias de palabras y/o frases indicativas de las IEF observadas en los 99 relatos analizados. La Tabla 2 contiene el resultado del análisis que realizamos a 3 de estos 99 relatos –por razones de espacio consignamos sólo éstos- con miras en revelar el modo de uso de las IEF y evidenciar posibles errores de comprensión de las mismas; con la intención de anticipar escenarios que permitieran poner de manifiesto las creencias (Goetz, 2009) del alumnado, evidenciadas en la tarea de lectura crítica de relatos como éstos.

La tarea realizada en este ejercicio nos permitió visualizar la urgente necesidad de educar profesionales críticos que puedan, no sólo leer los datos y resultados estadísticos sino que además comprendan las limitaciones metodológicas de los mismos asociándolos con el contexto político, social, económico, cultural y ambiental.

Promover y potenciar la lectura crítica del mundo que se nos presente en cifras y gráficos estadísticos. Al respecto una de las estrategias didácticas que surgieron consiste en proponer que los estudiantes de todas las carreras universitarias tengan la experiencia de realizar el análisis crítico del discurso en noticias periodísticas presentadas tanto en periódicos, páginas web, plataformas virtuales y redes sociales. (Cabrera y Tauber, 2020, p.492)

Tabla 1. *Palabras y/o frases indicativas de las IEF*

Datos	Encuestas. Encuestas online. Encuestas presenciales. Encuestas telefónicas. Escalas. Medir. Medición. Puntos porcentuales. Tasas. Magnitud. Variables cuantitativas. Variables categorizadas. Cálculo. Cifras. Relevamiento. Mapa. Cambios metodológicos. Criterios de selección. Desagregar. Categorías. Registros. Línea de pobreza. Línea de indigencia. Datos disponibles. Dimensiones. Umbral. Sesgo. Límites del instrumento. Trabajo de campo. Universo. Técnicas. Metodologías. Diseños metodológicos. Estructura de opinión. Medición multidimensional. Entrevistas. Lecturas tendenciosas. Lecturas favorables. Lecturas desfavorables. Lecturas optimistas. Traducir los números de la realidad. Información. Informe. Dato empírico. Guerra de encuestas. Datos falseados. Datos manipulados. Criterios. Sistema estadístico. Intriga estadística. Discrepancia estadística. Pregunta abierta. Pregunta cerrada. Validar. Nivel de conocimiento. Números complicados.
--------------	---

Distribución	Valoraciones intermedias. Promedios. Ponderaciones. Cifras históricamente elevadas. Puntos de inflexión. Tendencias. Indicadores. Frecuencias relativas. Conteos. Comportamiento de los datos. Límites. Desequilibrio. Preferencias. Frecuencias. Promedio de encuestas. Frecuencia Acumulada. Sesgado. Diagnosticar. Describir. Homogéneo. Heterogéneo. Normal. Estándar. Prevalencia. Inclinación. Núcleo duro.
Variación	Desvío. Desviaciones. Comparación interanual. Comparación trimestral. Variación. Variaciones mensuales. Variaciones acumuladas. Homogéneo. Heterogéneo. Disparidad. Discrepancias. Diferencias. Distancias. Oscilaciones. Brecha. Error de estimación. (+/-) puntos porcentuales. Divergencia. Constante. Fluctuaciones. Desigualdad. Salto.
Modelos estadísticos	Proyecciones. Modelo estadístico. Proyección lineal. Expectativa. Índice de indigencia. Índice de consumo. Índices de precios al consumidor. Índices de costo de vida. Índice de inflación. Índice de pobreza. Índice de pobreza según género. Incidencia. Influencia. Impacto. Variables respuestas. Variables dependientes. Variables independientes. Modelos explicativos. Composición del gasto. Estructura del dato. Evolución. Suavizar impacto. Modelos lineales. Corto plazo. Largo plazo. Disminuye o aumenta incidencia. Factores que pesaran más. Relación causa-efecto. Asociación. Correlación. Medida multidimensional. Pronósticos. Inclinación. Análisis en el tiempo. Registro histórico.
Muestreo e inferencia	Estimar. Estimaciones. Población. Significativo. Muestra representativa. Muestra representativa y ponderada. Población de referencia. Significativamente mayor. Significativamente menor. Total de casos. Diferencias significativas. Rondaría. Estratos. Conglomerados. Razonable. Confianza. Preciso. Precisión. Desconfianza. Error de estimación. Sectores. Grupos. Conglomerados. Sobre estimación. Sub-estimación. Extrapolación. El error puede ser enorme.
Aleatoriedad	Riesgo. Probable. Posible. Imposible. Seguro. Evento favorable. Evento desfavorable. Sensibilidad. Acertar. Acierto. Certeza. Confianza. Juegos de azar.
Resumen	Gráficos de barra. Gráficos circulares. Gráficos de línea. Combinaciones de gráficos. Gráficos dinámicos. Gráficos multidimensionales. Tablas de contingencia.

Tabla 2. *Análisis crítico del uso y sentido de las IEF en relatos*

Relato textual de noticias periodísticas	Análisis crítico del modo de uso de las IEF
<p>“El Observatorio, que mide la pobreza también en base a las privaciones en diferentes dimensiones del desarrollo humano, estima que el 63,4 % de los niños/as entre 0 y 17 años, en 2018, se encontraba privado de al menos un derecho fundamental (vivienda, saneamiento, salud, estimulación, educación, información y/o alimentación)” (Urien, 2019).</p>	<p>Para Sosa (2014), se precisa juzgar una cifra o estadística por lo que propone y se pregunta: ¿qué nos proponemos al cuantificar la pobreza? En este sentido, el autor señala que, si el objetivo es cuantificar la cantidad de pobres de una determinada región y periodo, la medición realizada es tan confiable como el tipo de acuerdo -tanto conceptual como metodológico- que se logre. Ahora bien, a los fines de monitorear las políticas públicas, quizás el objetivo no sea cuantificar la pobreza, sino captar su evolución (p. 139). Este acuerdo conceptual y metodológico pone en evidencia que en la decisión del método estadístico subyace una mirada sobre la sociedad.</p> <p>Por otra parte, para esta lectura crítica no alcanza con la comprensión de modelos estadísticos con dos variables, ya que el enfoque de medición multidimensional de la pobreza, que se plantea en el relato, supone</p>

“En el promedio, se encuentra la región Pampeana (32,1%), donde Concordia (41,9%), Gran Santa Fe (34,4%), Gran Córdoba (36,5%) y San Nicolás/Villa Constitución (33,1%), son los aglomerados urbanos por sobre la media. [...] El récord de personas en estado de indigencia lo tiene Corrientes, con 13,8%, y el de menor, a nivel nacional es el Gran San Luis, con 2,2 por ciento” (Dalto, 2019).

Conductor: “Me da miedo el PRODE de las elecciones. (...) pasa una cosa en la televisión: la gente pone placas y se supone que todos entienden... ¡No entiendo! Traducime estos números” (Weich, 2019).

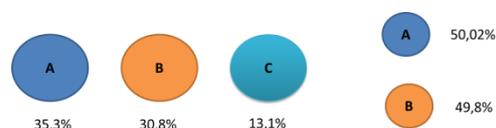


Gráfico presentado por el analista político invitado. Cabe aclarar que, reemplazamos las fotos de los candidatos por círculos con letras.

(NOTA: PRODE era un juego oficial de concurso de Pronósticos Deportivos en Argentina, que dejó de realizarse a principios de 1998. Quienes jugaban al PRODE, consignaban en una tabla de doble entrada con tantas filas como partidos se desarrollasen en una determinada semana y la condición: Empata, Gana o Pierde de su pronóstico).

modelos estadísticos multidimensionales. Tampoco alcanza con el conocimiento de estos modelos, hace falta además conectar estos conocimientos con los contextos críticos del mundo (Zapata-Cardona, 2018).

Cuando se hace referencia al “estado de indigencia”, es viable preguntarse: ¿con base a qué datos se hace esta consideración?

Cabe aquí la advertencia que Horkheimer y Adorno (1998/1944) realizan, al caracterizar la *industria cultural*, en relación con la creación de categorías de pertenencia para todos y cada uno de los miembros de la sociedad:

Para todos hay algo previsto, a fin de que nadie pueda escapar; las diferencias son acuñadas y difundidas artificialmente. El hecho de ofrecer al público una jerarquía de cualidades en serie, sirve sólo para la cuantificación más completa de acuerdo con su *level* determinado en forma anticipada por índices estadísticos, y dirigirse a la categoría de productos de masa que ha sido preparada para su tipo (p. 168).

En este pasaje de un programa de televisión de Argentina, el conductor da por sentado que “la gente no entiende de Estadística”, como tampoco entiende él. Esta expresión de no entendimiento, surge cuando el analista político invitado, muestra una serie de gráficos circulares con el título: *El PRODE de las elecciones*. En la metáfora “PRODE electoral”, subyace la idea de que la elección del próximo presidente argentino se enmarcaría en un experimento aleatorio de tipo Bernoulli, con igual probabilidad de éxito y de fracaso para el escenario de balotaje.

Este tipo de relatos, evidencian la relación entre Estadística, democracia, política y poder. Un relato como éste, interpela a la Educación Estadística hacia la dimensión social y política de la Estadística.

LAS IEF EN EL CENTRO DE LA ESCENA DE UNA COREOGRAFÍA DIDÁCTICA PARA EL PENSAR ESTADÍSTICO-CRÍTICO

Es relevante comentar que Bioestadística es un espacio curricular que se cursa en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Villa María, en Argentina. Cada año lectivo, este espacio curricular se vincula a través de proyectos de extensión e investigación y/o actividades integradoras con diversos espacios curriculares del mismo año o de años sub-siguientes. Entre éstos podemos citar: Informática (1er año), Inglés (1er año), Genética (1er año), Metodología

de la Investigación y Evaluación (4to año) y Estadística Aplicada a la Salud Pública – módulo electivo correspondiente a Medicina Aplicada II (5to año). En este sentido nos interesa implementar de manera sistemática una operación académica integrada (OAI) tanto vertical como horizontalmente dentro del plan de estudios, que a su vez pueda replicarse en otras carreras.

La operación académica integrada es el trabajo coordinado que realizan las docentes para establecer interrelaciones entre objetivos, contenidos, criterios metodológicos y de evaluación de los programas de estudio dentro de los procesos concretos que constituyen la totalidad educativa, con el fin de proporcionar una visión unitaria de los hechos estudiados, haciéndolos más comprensibles, significativos y funcionales. De tal forma, el marco en que se realiza la operación académica integrada es la totalidad educativa, entendida ésta como la articulación dialéctica de todos los procesos concretos particulares relacionados con la teoría pedagógica, la práctica docente y la estructura organizativa. (Encarnación, 2011, p. 147)

En torno a ello, con base en las experiencias de vinculación realizadas hasta el momento y en el marco de la pandemia del Covid-19, que puso a la Epidemiología en el centro de las conversaciones de la ciudadanía de todo el mundo y considerando que la Salud Pública es una de las áreas de incumbencia del Médico Veterinario, nos propusimos integrar Bioestadística con los espacios curriculares Informática (1er año), Epidemiología y Salud Pública (3er año), Metodología de la Investigación y Evaluación (4to año), Medicina Aplicada I (5to año), incorporando a nuestra coreografía externa una secuencia didáctica que responda al siguiente cuestionamiento:

(...) cómo instrumentar la creación de este espacio y este tiempo curricular donde confluyan en el abordaje de –por ejemplo la lectura [crítica] de noticias periodísticas con menor o mayor complejidad respecto al lenguaje estadístico utilizado- varios espacios curriculares y se sostengan durante toda la carrera (Cabrera y Tauber, 2020, p.493)

Para ello desarrollamos una secuencia didáctica -que asumimos como una experiencia piloto- durante el primer semestre de 2020, en el marco de excepcionalidad pedagógica que se suscitó a partir de la pandemia y la cuarentena en las universidades argentinas. Más precisamente, realizamos esta experiencia con 26 estudiantes que optaron por el Sistema de Tutorías Intensivo (STI) de Bioestadística -estudiantes que habían cursado en 2018 o 2019 y no lograron la aprobación durante el cursado habitual-.

Pusimos en la escena educativa una coreografía externa cuyos tópicos o temas generativos (Wiske, 1999) son los *datos*, *la aleatoriedad* y *los modelos*, como insumos para pensar estadís-críticamente. A la misma, incorporamos como actividad central, la lectura crítica de relatos periodísticos y de referentes políticos que utilizan las IEF para dar credibilidad a sus afirmaciones en temáticas relacionadas con la pandemia. Sumado al tratamiento de datos generados por el Ministerio de Salud de la Nación –Argentina–, en relación con indicadores tales como: velocidad de contagio, tasa de contagios -en relación a la cantidad de testeos-, tasa de contagio -en relación a la población de habitantes -, tasa de incidencia, tasa de prevalencia, tasa de letalidad, tasa de mortalidad, porcentaje de camas ocupadas en UTI (unidad de terapia intensiva), distribución de los contagios en las distintas provincias y/o regiones de nuestro país, entre otros. En la Tabla 3 se expone la secuencia didáctica en cuestión.

Tabla 3. *Secuencia didáctica integrada a la coreografía externa*

“Los coronavirus son una familia de virus que pueden causar enfermedades en animales y en humanos. En los seres humanos pueden causar infecciones respiratorias que van desde un resfrío común hasta enfermedades más graves, como el síndrome respiratorio de Medio Oriente (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS-SARS). Actualmente nos encontramos ante una pandemia (epidemia que se propaga a escala mundial) por un nuevo coronavirus, SARS-CoV-2, que fue descubierto recientemente y causa la enfermedad por coronavirus COVID-19”. (Ministerio de Salud, Gobierno Argentino, 2020)

Esta información la obtuvimos de la página www.argentina.gob.ar en la que se comparte información fidedigna relacionada con el Covid-19. Más precisamente, el texto antes citado lo encontramos en “preguntas frecuentes” y está disponible en el siguiente enlace:

https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/preguntasfrecuentes?gclid=Cj0KCQjwIN32BRCCARIsADZ-J4tZrqHLe7s8Nf9StcNK5RksqImHIHX6BxfJZmoXfg0ROdChWyb0nFkaAqnnEALw_wcB#ques

Esta secuencia está estructurada en tres partes. Cada una de estas partes, podrás optar por presentarlas en alguno de los siguientes formatos: informe de *Word* o presentación de *Power Point* o alguna otra herramienta informática equivalente. Ten presente que cada semana deberás subir tu avance en el enlace del recurso Tarea’ que consignamos en el campus virtual y será objeto de análisis en cada encuentro sincrónico por la plataforma *Google Meet*.

Parte I:

“En este contexto y aunque parezca insólito, los matemáticos pasaron a ser superestrellas en la crisis del coronavirus porque trazan curvas, pronostican, comparan”, dice el Dr. Paenza en una entrevista que le realizó Raúl Kollmann en el diario *Página 12*, el 22 de marzo del 2020. Podés encontrar esta entrevista completa en el siguiente enlace: <https://www.pagina12.com.ar/254467-adrian-paenza-sobre-el-coronavirus-hay-que-adelantarse-a-la->

Te proponemos la lectura completa de la entrevista y tu reflexión en torno a los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cuál es tu opinión en relación a la afirmación del Dr. Paenza?
- ¿Cuál es el rol de la Estadística en la toma de decisiones de los equipos de médicos asesores de nuestro gobierno?
- ¿Cuáles son los alcances y las limitaciones de la información que proporcionan los medios de comunicación a través de cifras y gráficos? Describe tres situaciones como ejemplos.

Parte II:

En la “Sala de Situación Coronavirus *online*” del Ministerio de Salud de la Nación – Argentina–, disponible en <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/sala-situacion>, encontramos información actualizada respecto de la evolución de la pandemia en nuestro país. Te invitamos a explorar dicha información, considerando las siguientes preguntas como orientadoras de tu investigación:

- ¿Qué preguntas te plantearías frente a esa información? ¿Cuáles de ellas podrían responderse con los datos disponibles?
 - ¿Qué métodos y herramientas estadísticas son adecuadas para responder a esas preguntas? ¿Por qué es relevante responder esta pregunta?
 - ¿Cómo se obtuvieron estos datos?
 - ¿Qué variables podemos observar? ¿Cómo se comportan estas variables?
 - ¿Qué supuestos podemos plantear sobre los datos?
-

-
- Cuando se hace referencia a la proporción de personas contagiadas sobre el total de habitantes de un determinado país, por ejemplo, de Argentina, ¿hacemos alusión a un estadístico o de un parámetro? ¿Por qué?
 - ¿Qué supuestos nos podemos plantear? ¿Cómo evaluaríamos el grado de verdad de dichos supuestos?
 - Reiteradamente se escucha decir en los medios de comunicación que no se puede saber con certeza la cantidad de casos que hay en un determinado país, por ejemplo en Argentina, ¿cuán confiable es la estimación por intervalo de confianza de la proporción de personas contagiadas con COVID-19 sobre el total de casos testeados? Realiza un ejemplo a través de una simulación.
 - ¿Qué información se relaciona en las tasas de incidencia, prevalencia, letalidad y mortalidad?
 - Explica a qué se refieren los medios de comunicación cuando hablan de la “banda de contagios” en la que se mueve la curva que muestra la evolución de los nuevos casos diarios.
 - En síntesis, ¿para qué sirven los datos?

Parte III:

En esta parte de la secuencia te proponemos la lectura crítica de al menos 3 de las siguientes noticias periodísticas. Para cada una de las noticias que elijas, indica **palabras y/o frases** que se vinculen con Ideas Estocásticas Fundamentales (en adelante IEF) y explicita con cuál/es de estas IEF se relacionan. Además analiza el sentido del uso de las IEF identificadas.

- *Matemática y coronavirus:* <https://www.ungs.edu.ar/new/matematica-y-coronavirus>
 - *COVID-19: Pandemia de modelos matemáticos:* <https://theconversation.com/covid-19-pandemia-de-modelos-matematicos-136212>
 - *Pandemia de modelos matemáticos:* <https://www.lasprovincias.es/sociedad/salud/pandemia-modelos-matematicos-20200425111205-ntrc.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>
 - *Los números para entender cómo evoluciona la pandemia de coronavirus:* <https://www.elperiodico.com/es/ciencia/20200413/numeros-entender-coronavirus-covid19-matematicas-modelos-predictivos-7924021>
 - *Qué veremos tras la curva: así predicen las matemáticas la vuelta a la “normalidad”:* https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-04-09/modelos-matematicos-epidemia-largo-plazo_2541008/
 - *Modelos matemáticos de coronavirus: por qué el más popular para predecir la curva del covid-19 considera a los muertos como “recuperados”:* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52455414>
 - *El fin del coronavirus: un monitoreo predictivo muestra cuándo terminaría la pandemia en cada país:* <https://www.infobae.com/america/tendencias-america/2020/04/29/el-fin-del-coronavirus-un-monitoreo-predictivo-muestra-cuando-terminaria-la-pandemia-en-cada-pais/>
 - *Matemáticas para predecir la propagación del coronavirus:* https://elpais.com/elpais/2020/02/04/ciencia/1580806149_218354.html
 - *Coronavirus: ¿Qué predicen los científicos sobre el pico de la pandemia en la Argentina?:* <https://www.lanacion.com.ar/ciencia/coronavirus-que-pronostican-matematicos-pico-pandemia-argentina-nid2356591>
-

El contexto de la pandemia e infodemia resultó significativo y central para resolver los obstáculos cognoscitivos (Cabrera y Tauber 2019, p.3-9) que estos estudiantes habían manifestado durante la cursada habitual y resignificar el sentido de la Estadística para

cada uno de ellos. Dicho en la voz de uno de los estudiantes: [*“Me sirvió que analicemos y estudiemos con algo que está sucediendo. Pude comprender que muchos números no son certeros, y lo que esto significa. Lo estamos viviendo y a la vez pensando. Veo que muchas personas son abrumadas por los números y hace falta entenderlos”*]. Esta reflexión del estudio es en sí mismo, un producto o resultado de su aprendizaje: “El [estudiante] domina el nuevo conocimiento y/o está en condiciones de realizar actuaciones, habilidades prácticas o respuestas aprendidas. El producto puede ser una realidad tangible o un estado subjetivo” (Beraza y Cerdeiriña, 2019, p. 214).

Para las autoras de este trabajo, resulta esencial escuchar la voz del estudiantado, adentrarnos en sus coreografías internas: “operaciones mentales y las dinámicas afectivas y emocionales que suceden de los aprendizajes” (Beraza y Cerdeiriña, 2019, p. 213-214) y a través del diálogo, como herramienta insustituible del acto educativo, comprender, potenciar y favorecer el logro de las metas que nos proponemos en la coreografía externa. A modo de ejemplo, en la Tabla 4 presentamos la reflexión que la estudiante **E2** elaboró para dar respuesta a la Parte I de la secuencia didáctica y el diálogo que procuramos para potenciar su proceso de metacognición.

Tabla 4. *Aprendizajes logrados por la estudiante E2 a partir de la coreografía didáctica externa*

<p>Relato escrito del estudiante E2 en respuesta a la reflexión solicitada</p> <p>PARTE I de la secuencia didáctica</p>	<p><i>“Personalmente, coincido en parte con lo que afirmó el Dr. Paenza, ya que como dijo, los matemáticos, son importantes a la hora de hacer comparaciones, informarnos, pronosticar, etc. Pero opino que más allá del papel fundamental que juegan para informar y advertir, las “estrellas” son los médicos, ya que son los que terminan salvando las vidas de las personas, exponiéndose más que cualquiera, trabajando sin descansos; terminar los días agotados, sufrir discriminación por parte de vecinos por estar en hospitales salvando vidas, entre otras cosas. Pero, como dije, el papel de la Estadística y la Matemática es fundamental, y el rol que juega es el de investigar, hacer comparaciones, cuadros, tablas, que luego de ser analizadas y comprobadas, nos llegan a los ciudadanos para mostrarnos e informarnos, ayudando a comprender y ver el avance del virus en el país, en las provincias y el mundo en general. Esto ayuda a la toma de decisiones de los ciudadanos “normales”, ya que así podemos tomar conciencia, tomar cuidados, reconocer personas de riesgos y cuidarlas, entre otras cosas; y principalmente, a los equipos médicos y al Ministerio de Salud, para saber o darles una idea de con lo que se van a encontrar los próximos días, semanas y meses, lo que contribuye a que éstos puedan prepararse, no sólo económicamente, es decir, en cuanto a gastos (medicamentos, equipos, instrumentos, elementos de protección para médicos y pacientes) sino que también, a la salud mental, ya que considero que es un factor muy importante y el que la Estadística proporcione pronóstico y estimaciones, ayuda a irse preparando mentalmente para el futuro y que cuando el momento estimado llegue, sea menos fuerte emocionalmente.</i></p> <p><i>A pesar del rol fundamental que cumple la Estadística y sus alcances, por ejemplo, que nos deja ver los avances, los grupos más afectados, ya sea en sexo y edad, la velocidad de esos contagios, las muertes y así tomar precauciones; como nombré anteriormente, y que a pesar de que no son datos totalmente exactos, son bastantes aproximados y nos permite acceder a la información acerca de la realidad, y comprobar lo que dicen los medios de comunicación; es decir, yo aprendiendo a cómo analizar una variable, pude comparar y “verificar” si lo que estaban diciendo los medios era verdad y ser más conscientes con el uso de la información y con la salud. También es inevitable que tenga limitaciones, por ejemplo, que como se guía a partir de casos anteriores, casos en otros países, pico de contagios en otros países, toma en cuenta decisiones que se pueden tomar justamente para tener una estimación lo más probable posible, pero a veces en esas decisiones no entra la que se termina tomando. Por ejemplo, en marzo se estimaba que el pico de contagios iba a ser en abril, lo cual no sucedió ya que el gobierno decidió el aislamiento preventivo obligatorio para evitar contagiarnos todos al mismo tiempo, para que no colapse el sistema de salud; pero esta decisión fue</i></p>
--	---

Diálogo
entre E2 y
Docente

postergando el pico de contagios y no se dio en el mes que se tenía pensado. Otro ejemplo, puede ser el hecho de que hay personas asintomáticas contagiadas que justamente por ser asintomáticas, no saben que están contagiadas y por lo tanto no están en los conteos estadísticos, entonces los casos de contagios que sabemos no son los reales.”

D: ¿Cómo definirías la importancia de la Estadística para vos, como ciudadano y como futuro profesional?

E1: No sé cómo profesional, es como que eso me cuesta verlo. Pero creo que en la vida cotidiana es re importante. Nos va dando las herramientas a nosotros como ciudadanos para ver cómo se está comportando tal cosa: ya sea una enfermedad, robos, femicidios.

D: Algunos médicos veterinarios trabajan con los epidemiólogos.

E1: Claro, pero, ¡yo no sé! [...] si soy veterinaria espero que no haya una pandemia.

D: Y suponte en la clínica de pequeños animales cuando tus compañeros de 5to año o tus profesores tienen que realizar un diagnóstico y deciden aplicar un determinado medicamento, un determinado tratamiento, ¿en qué basan su decisión? ¿De dónde salen los protocolos?

E1: Ah, ¿cómo?

D: Por ejemplo, en este momento se están desarrollando varias líneas de investigación para lograr una vacuna contra el Covid-19, y escuchas en los medios de comunicación, que hay que esperar, que se están haciendo ensayos, que hay fases que se deben cumplir...

E1: Ahhhh!, ¡de los experimentos salen! ¡Claro, si!

D: La secuencia de actividades que ustedes resolvieron y sobre la que estuvimos reflexionando juntas. ¿Te gustó hacerla? ¿Cómo te sentiste? ¿Qué dificultad tuviste? ¿Qué facilidades?

E1: Es como que estaba más consciente de lo que estaba escribiendo, es decir, estaba muy segura de lo que estaba diciendo y creo que fue así como más confuso cuando tenía que leer lo de parámetro estadístico, todas esas cosas, pero en el resto estuve bastante bien creo, o sea como que no me sentí frustrada y esas cosas.

En primer lugar, queremos destacar el cambio de actitud hacia la Estadística que evidencia esta estudiante y que se puede visualizar en la mayoría de los estudiantes de este curso: de una actitud reticente e incómoda pasa a estar más dispuesta y atenta a buscar la comprensión de las IEF y a valorar esta comprensión en su cotidianeidad. Por otra parte, se evidencia que la relación constante con la información actualizada en los medios de comunicación y portales oficiales respecto de la evolución de la pandemia, propició la comprensión de los resúmenes estadísticos presentados en tablas, gráficos, diagramas y medidas, integrando de manera paulatina los conceptos de indicadores, distribución y variación. En palabras de la estudiante E2: [... *el papel de la Estadística y la Matemática es fundamental, y el rol que juega es el de investigar, hacer comparaciones, cuadros, tablas, que luego de ser analizadas y comprobadas, nos llegan a los ciudadanos para mostrarnos e informarnos, ayudando a comprender y ver el avance del virus en el país, en las provincias y el mundo en general*].

Si bien el muestreo y la inferencia son ideas complejas, la secuencia didáctica permitió su abordaje desde un primer momento y se logró la apropiación de los conceptos de estimador y parámetro, especialmente en relación a la estimación de la cantidad de casos positivos de COVID-19 y el planteamiento de cuán certera era la información al respecto. Esta discusión fue recurrente en las clases y motivó el avance en relación a la estimación puntual y por intervalos de confianza. De algún modo, esto subyace en la idea que expresa

la estudiante: [... *a pesar de que no son datos totalmente exactos, son bastantes aproximados y nos permite acceder a la información acerca de la realidad*]

Es de destacar que la estudiante pudo transferir la comprensión de la relevancia de la Estadística para abordar los conflictos y problemas que suceden en nuestra sociedad, dicho por ella: [... *creo que en la vida cotidiana es re importante. Nos va dando las herramientas a nosotros como ciudadanos*]. Sin embargo, no le resultó fácil tomar conciencia de la presencia y relevancia de la Estadística para su propia carrera: [*No sé, como profesional, es como que eso me cuesta verlo*], situación que al trascurrir del diálogo pudo hacer consciente. Esto nos alentó a continuar con la decisión de incluir en el proceso de evaluación continua instancias de diálogo como estas.

REFLEXIONES FINALES

Si como docentes asumimos el rol de intelectuales transformadores, es preciso que las coreografías didácticas que diseñemos, consideren como escenarios esenciales a las situaciones y conflictos que nuestros estudiantes transitan en su cotidianidad, como también aquellas situaciones que movilizan a toda la comunidad educativa. En este sentido, entendemos que la pregunta acerca de “¿qué relación existe entre lo que hacemos en el aula [universitaria] y nuestro esfuerzo por construir una mejor sociedad?”, debe interpelar de manera cotidiana las decisiones didácticas que tomamos en nuestro rol de intelectuales transformadores.

De modo que, hemos de atender al hecho de que la educación en Estadística cobra un lugar de preponderancia en tiempos donde la infodemia ocurre casi como algo “natural”. Y en este contexto plantearnos la meta de que nuestros estudiantes sean capaces de un pensar estadís-crítico, y a través de la práctica de interpretación puedan intervenir en el mundo en pos de entenderlo y mejorarlo. Claro está, que pensar estadís-crítico implica un proceso helicoidal de comprensión de las Ideas Estadísticas Fundamentales a través de la interacción y recursividad de los tres componentes esenciales de la Educación Estadística: Alfabetización, Razonamiento y Pensamiento estadístico.

Dicho esto, recomendamos a cada docente de Estadística que experimente en la propia piel, el ejercicio que realizamos de identificación de las IEF en los relatos periodísticos y políticos, en temáticas que demandan nuestros trabajos, profesiones, nuestra manera de ser como ciudadanos. Este ejercicio de análisis crítico atravesado por el sentido del uso de las IEF fue una contundente confirmación del hecho de que la información cuantitativa es utilizada por los medios de comunicación, las redes sociales y los gobiernos para dar credibilidad a lo que dicen y que por tanto, requiere de ciudadanos educados estadísticamente.

La secuencia didáctica que desarrollamos y experimentamos en el Sistema de Tutorías Intensivo de Bioestadística como prueba piloto, resultó potente para resignificar los aprendizajes de estudiantes que en el cursado anterior habían tenido dificultades. La coreografía didáctica externa, conformó un sólido andamiaje para lograr la comprensión de las IEF por parte de la mayoría de los estudiantes y de su relevancia para discernir entre la información fidedigna de la que no lo es. Vale resaltar la toma de conciencia acerca del sentido y la importancia que tiene desarrollar un pensar estadís-crítico, tanto para el ejercicio de su ciudadanía como el de su futura profesión, por parte de los estudiantes de Bioestadística en la carrera de Medicina Veterinaria.

Y como corolario de esta innovación en la coreografía didáctica, la operación académica integrada que se empezó a delinear con Informática (1er año), Inglés (1er año),

Epidemiología y Salud Pública (3er año), Metodología de la Investigación y Evaluación (4to año), Medicina Aplicada I (5to año) y el módulo optativo de Estadística Aplicada a la Salud Pública (5to año), pretende constituirse en un modo de pensar la totalidad educativa del futuro profesional y replicar esta experiencia entre otros núcleos de espacios curriculares de la carrera y de otras carreras.

Nos queda en este proceso de innovación de la coreografía externa, su implementación en el cursado de Bioestadística en el segundo semestre del ciclo lectivo 2020, en el marco de la excepcionalidad pedagógica declarada por la pandemia, con un número estimado de entre 160 y 180 estudiantes. Es así que, nuestro mayor desafío implica que el estudiantado logre una danza fluida al compás de las Ideas Estocásticas Fundamentales con la coreografía que les proponemos, visibilizando sus coreografías internas en las sucesivas puestas en escena, de modo que el resultado de sus aprendizajes sea pensar estadísticamente. En torno a esto, será necesario por cierto, realizar ajustes y nutrir nuestra propuesta didáctica.

REFERENCIAS

- Argentina contra el desempleo. (23 de octubre de 1995). *El Tiempo*. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-433476>
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico. Componentes y desarrollo. *I Jornadas Virtuales de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y la Combinatoria*. Granada.
- Behar, R. y Grima, P. (2004). La Estadística en la Educación Superior: ¿Estamos Formando Pensamiento Estadístico? *Revista Ingeniería y Competitividad*, 5(2), pp.84-90. Agosto, 2004, Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Behar, R. y Grima, P. (2014). Estadística: Aprendizaje a largo plazo. Factores que inciden y estrategias plausibles. En: G. Sanabria Brenes y F. Núñez Vanegas (Eds.), *Actas del IV Encuentro sobre Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos*, Costa Rica.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning and thinking: goals, definitions and challenges. In D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). Dordrecht: Springer.
- Ben-Zvi, D. y Makar, K. (2016). *Teaching and Learning of Statistics. International perspectives*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23470-0>
- Beraza, M. A. y Cerdeira, M. A. (2019). Coreografías didácticas institucionales y calidad de la enseñanza. *Linhas Críticas*. DOI: [10.26512/lc.v25i0.24586](https://doi.org/10.26512/lc.v25i0.24586)
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burrill, G. y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education. A joint ICM/IASE study* (pp. 57-69). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Cabrera, G. y Asinari, M. (2017). Dispositivo didáctico para la enseñanza de la estadística en la carrera de Medicina Veterinaria de la UNVM. *Yupana. Revista de Educación Matemática de la UNL*, 5, 47-60.
- Cabrera, G. P. (2018). Un dispositivo didáctico para cursos de estadística en el nivel superior. En M. D. Pochulu (Ed.) *Relatos de investigación y experiencias docentes en*

- educación matemática*. GIDED. UNVM. Recuperado de: <http://gided.unvm.edu.ar/index.php/book/relatos-de-investigacion-y-experienciasdocentes-en-educacion-matematica/>
- Cabrera, G. y Tauber, L. (2019). Valoración de la idoneidad didáctica de un proceso de enseñanza para cursos introductorios de estadística en la universidad. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. LópezMartín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Recuperado de: www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Cabrera, G. y Tauber, L. (2020). Hacia la reflexión crítica del currículo universitario de Estadística. En P. B. Álvarez, M. M. Parra Zapata, H. S. Sostenes González (Eds.). *Acta latinoamericana de Matemática Educativa (ALME)*, 33 (1), 487-494.
- Dalto, V. (2019, 28 de marzo). El mapa de la pobreza argentina y por qué se espera que no baje en 2019. *Infobae*. Recuperado de: <https://www.infobae.com/economia/2019/03/28/el-mapa-de-la-pobreza-argentina-y-por-que-se-espere-que-no-baje-en-2019/>
- Distintos pobres en la Argentina y Alemania. (3 de noviembre de 2014). *Chequeado*. Recuperado de: <https://chequeado.com/hilando-fino/distintos-pobres-en-la-argentina-y-alemania/>
- El gobierno aclaró un error en las filminas de Alberto Fernández. (2020, 24 de mayo). *Clarín.com*. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/267923-el-gobierno-aclaro-un-error-en-las-filminas-de-alberto-ferna>
- Encarnación, R. B. (2011). La operación académica integrada como alternativa de vinculación docencia-investigación. En P. M. Oviedo (Comp.), *Docencia e investigación en el aula. Una relación imprescindible*, (pp. 145-156). México: IISUE.
- Engel, J. (2019). Cultura estadística y sociedad. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Recuperado de: www.ugr.es/local/fqm126/civeest.htm
- Estrella, S. (2017). Enseñar estadística para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el razonamiento estadístico. *Alternativas Pedagógicas para la Educación Matemática del Siglo XXI*, 173-193.
- Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31 (3), 72-77.
- Giroux, H. (1997). *Los profesores como intelectuales hacia una pedagogía crítica del aprendizaje* (Reimpresión de 1a. ed. en español Trad. I. Arias). Barcelona: Paidós. Recuperado de: <http://funama.org/data/PEDAGOGIA%20CRITICA/giroux/Los%20Profesores%20como%20Intelectuales.pdf>
- Giroux, H. (2009). El reto y promesa de la pedagogía crítica en la nueva era de la información: una entrevista con Henry Giroux. *Education in the Knowledge Society*

- (EKS), 10(3), 243-255. Recuperado de: http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_10_03/n10_03_giroux.pdf
- Giroux, H. (2017). Pensando peligrosamente: el rol de la Educación Superior en tiempos autoritarios. *Revista de Educación*, 12(12), 13-24. Recuperado de: https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ
- Giroux, H. (2019). Hacia una pedagogía de la esperanza educada bajo el capitalismo de casino. *Pedagogía y Saberes*, (50), 153-158. <https://doi.org/10.17227/pys.num50-9508>
- Goetz, S. (2009) Fundamental Ideas and Basic Beliefs in Stochastics: Theoretical Aspects and Empirical Impressions from the Education of Student Teachers. In: M. Kourkoulos & C. Tzanakis (Eds), *Proceedings of the 5th International Colloquium on the Didactics of Mathematics*, Vol. II, 279-291. Department of Education, University of Crete, Rethymnon, Greece. Recuperado de: <https://homepage.univie.ac.at/stefan.goetz/publikationen.html>
- Horkheimer, M. y Adorno T. W. (1998). *Dialéctica de la Ilustración. Fragmentos filosóficos* (3ra. ed. traducida de la 2da. ed. en alemán). Madrid: Trotta (Trabajo original publicado en 1944). Recuperado de: <https://comunicacionyteorias1.files.wordpress.com/2011/08/horkheimer-m-y-adorno-t-w-dialectica-de-la-ilustracion.pdf>
- Kollmann, R. (2020, 22 de marzo). Adrián Paenza sobre el coronavirus: “Hay que adelantarse a la explosión de casos”. *Página 12*. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/254467-adrian-paenza-sobre-el-coronavirus-hay-que-adelantarse-a-la->
- McLaren, P. (2005). *La vida en las escuelas. Una introducción a la pedagogía crítica en los fundamentos de la educación* (4a. ed. en español Trad. M.M González Arena y S. Guardado del Castro de la 4a. ed. en inglés). Buenos Aires: Siglo XXI.
- Moreno, J. y Moreno L. (2010). La importancia de leer el mundo a través de las gráficas socialmente relevantes. En *Actas del 11º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*, p. 443-448. Recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/1068/1/443_La_Importancia_de_Leer_El_Mundo_Asoc_olme2010.pdf
- Ministerio de Salud, Gobierno de Argentina (2020). *Preguntas frecuentes sobre el Nuevo coronavirus COVID-19*. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/preguntasfrecuentes?gclid=Cj0KCQjwlnN32BRCCARIsADZ-J4tZrqHLe7s8Nf9StcNK5RksqImHIHX6BxfJZmoXfg0ROdChWyb0nFkaAqnnEALw_wcB#que-es
- Novaresio, L. (2019, 14 de julio). # Debo decir. [Youtube] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=gKtBqvadKGg>
- Nussbaum, M. (2015). *El riesgo de una educación basada en el PBI y sin humanidades*. Discurso leído el 10 de diciembre de 2015 en Medellín, con ocasión de recibir el doctorado Honoris Causa entregado por la Universidad de Antioquia. Recuperado de: <https://sociologiaenlaunfsc.com/2016/08/15/martha-nussbaum-el-riesgo-de-una-educacion-basada-en-el-pbi-y-sin-humanidades-por-raul-lescano-mendez/>
- Organización Panamericana de Salud (2020, 1 de mayo). *Hojas Informativas COVID-19: Entender la infodemia y la desinformación en la lucha contra la COVID-19*.

- Recuperado de: <https://www.paho.org/es/documentos/entender-infodemia-desinformacion-lucha-contr-covid-19>
- Oser, F. K. y Baeriswyl, F. J. (2001). Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning. *Handbook of research on teaching*, 4, 1031-1065.
- Pinto, J., Tauber, L., Zapata-Cardona, L., Albert, J., Ruiz, B. y Mafozoki, J. (2017). Alfabetización Estadística en Educación Superior. En: L. A. Serna (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, vol 30, Cd de México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, pp. 227-235.
- Pfannkuch, M. (2007). Year 11 students' informal inferential reasoning: A case study about the interpretation of box plots. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, Vol. 2, N. 3.
- Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an understanding of Statistical Thinking. In D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). Dordrecht: Springer.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica* (Trad. P.Valero). Una empresa docente. Universidad de Los Andes, Bogotá. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/673/1/Skovsmose1999Hacia.pdf>
- Santellán, S. (2019). *Elementos de Inferencia Estadística Informal evidenciados en tareas aplicadas a estudiantes de Psicología*. Tesis de Maestría en Didácticas Específicas. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Sosa, W. (2014). *Qué es y (que no es) la Estadística: Usos y abusos de una disciplina clave en la vida de los países y las personas*. Argentina, Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Sosa, W. (2020, 23 de abril). Covid-19 e información Coronavirus: ¿de qué hablamos cuando hablamos de datos? *Clarín.com*. Recuperado de: https://www.clarin.com/revista-enie/ideas/coronavirus-hablam-hablam-datos-0_16lMg-nC-.html
- Strauss, A. L. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundada* (1ra. edición en español, traducción: Eva Zimmerman). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Tauber, L. (2020, 4 de julio). En medio de la revolución de los datos,... ¿qué rol nos toca a los profesores de Matemática? [Archivo de video] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=5FVRzRbgWPs>
- Urien, P. (9 de junio de 2019). La pobreza afecta a casi 6 millones de chicos; 1.576.455 tienen hambre. *La Nación*. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/economia/la-pobreza-afecta-casi-6-millones-chicos-nid2255990>
- Valero, P., Andrade-Molina, M. y Montecino, A. (2015). Lo político en la educación matemática: de la educación matemática crítica a la política cultural de la educación matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 18(3), 7-20. DOI: 10.12802/relime.13.1830
- Van Dijk, T. A. (2002). El análisis crítico del discurso y el pensamiento social. *Athenea digital*, (1), 18-24. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Athenea/article/view/34083>
- Wiske, M. S. (1999). ¿Qué es la enseñanza para la comprensión? En M. S. Wiske (Comps.) *Enseñanza Para La Comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*,

(pp.95-126). Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Zabalza, M. A. (2017, 2 de Abril). Coreografías Didácticas para una enseñanza innovadora. 2017. 26° *Jornadas Internacionales de Educación, Lectura y Educación, una relación que se renueva*. [Archivo de video] Recuperado de: <https://www.fundacionluminis.org.ar/biblioteca/guia-didactica-la-conferencia-miguel-zabalza-beraza-coreografias-didacticas-una-ensenanza-innovadora>

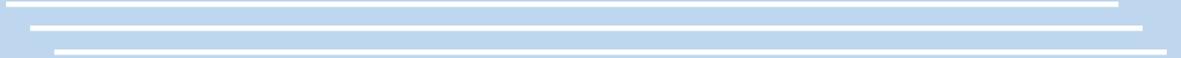
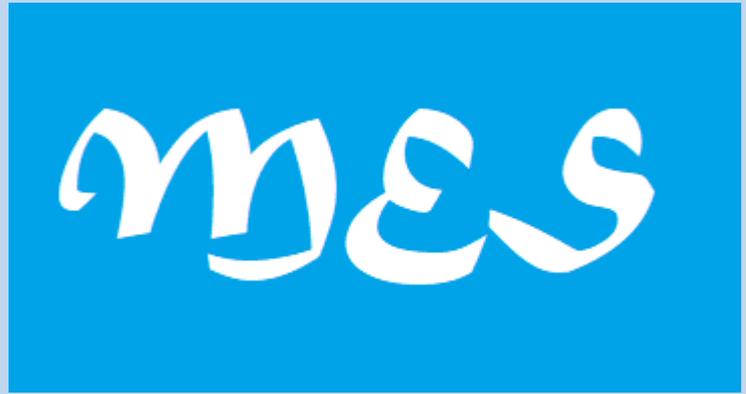
Zapata-Cardona, L. (2018). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana*, (10) 30-31. <https://doi.org/10.14409/yu.v0i10>

Zarocostas, J. (2020). How to fight an infodemic. *The Lancet*, 395 (10225), 676. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30461-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30461-X)

Gabriela Pilar Cabrera
Universidad Nacional de Villa María, Argentina
gabriela.pilar.cabrera@gmail.com, gcabrera@unvm.edu.ar

Liliana Mabel Tauber
Universidad Nacional del Litoral, Argentina
estadisticamatematicafhuc@gmail.com, ltauber@fhuc.unl.edu.ar

Elina Fernández
Universidad Nacional de Villa María, Argentina
elinafernandez2016@gmail.com



Obra publicada con [Licencia Creative Commons Atribución 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/)

