



VOL.24, Nº3 (Noviembre, 2020)

ISSN 1138-414X, ISSNe 1989-6395

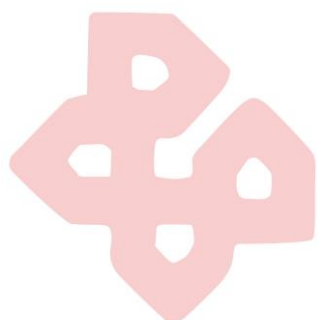
DOI: 10.30827/profesorado.v24i3.15214

Fecha de recepción: 20/04/2020

Fecha de aceptación: 14/08/2020

## LA EDUCACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

*Statistical Education for Sustainable Development in Teacher Training*



*Claudia Vásquez<sup>1</sup> y Israel García-Alonso<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica de Chile

<sup>2</sup> Universidad de La Laguna

E-mail: [cavasque@uc.cl](mailto:cavasque@uc.cl); [igarcial@ull.edu.es](mailto:igarcial@ull.edu.es)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5056-5208>

<https://orcid.org/0000-0002-1158-086X>

### Resumen:

La UNESCO reta al profesorado a implementar una Educación para el Desarrollo Sostenible con la que los ciudadanos adopten estilos de vida sostenible en las dimensiones económica, social y medioambiental. En este trabajo se presenta el análisis de un conjunto de unidades didácticas para el aprendizaje de la estadística, que buscan promover el desarrollo de competencias de sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Tales unidades didácticas fueron diseñadas por futuros maestros de Educación Primaria de Chile y España. Los resultados evidencian la necesidad de generar modelos de tareas estadísticas que promuevan la Educación para el Desarrollo Sostenible, con una alta demanda cognitiva y que a la vez sean auténticas. Asimismo, se observa la necesidad de generar acciones formativas para el profesorado, que permitan reorientar la enseñanza de la estadística a través de proyectos enfocados en contextos realistas, fundamentados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, esto con el propósito de acceder a formar ciudadanos de sostenibilidad en el contexto escolar.

**Palabras clave:** educación estadística; formación del profesorado; objetivos de desarrollo sostenible; propuestas de aprendizaje.

### Abstract:

UNESCO challenges teachers to develop Education for Sustainable Development in which citizens adopt sustainable lifestyles in the economic, social and environmental dimensions. This paper presents an analysis of a set of teaching units for learning statistics, which seek to promote the development of sustainability skills and the objectives of sustainable development. Such didactic units were designed by future Primary Education teachers from Chile and Spain. The results show the need to generate statistical task models that promote Education for Sustainable Development, with a high cognitive demand and that are at the same time authentic. Likewise, it is observed the need to generate training actions for teachers, which allow reorienting the teaching of statistics through projects focused on realistic contexts, based on the Objectives of Sustainable Development, this with the purpose of accessing to train citizens of sustainability in the school context.

*Key Words:* learning proposals; statistic education; sustainable development goals; teachers' training.

## 1. Introducción

Actualmente el profesorado debe abordar el desafío de desarrollar en sus estudiantes nuevas competencias, actitudes y conductas que promuevan sociedades más sostenibles (Alperovitz, 2014; UNESCO, 2018). En este sentido, es urgente formar al profesorado de acuerdo con los principios rectores de: diversidad cultural y tolerancia, paz y no violencia, derechos humanos y libertades fundamentales, supervivencia humana y bienestar. De manera que el profesorado cuente con las herramientas para contribuir a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) que les posibilite “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, desde la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se reconocen tres grandes dimensiones de acción en este campo: económica, social y ambiental, a partir de las cuales se sugieren 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) (UNESCO, 2017) que cubren una amplia variedad de temáticas que desafían a contar con una educación holística, integradora y transformadora. No obstante, en el último reporte de la UNESCO (2018) 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).

Por tanto, 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 clave necesarias para fomentar el desarrollo sostenible (Calero et al, 2019). Se requiere pues “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 las 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). De este modo, se requiere “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).

Ahora bien, desde esta perspectiva las investigaciones que vinculan la Educación Matemática y la Sostenibilidad son escasas (Alsina y Mulá, 2019; Barwell, 2018). No obstante, Barwell (2018) señala que la Educación Matemática desde la perspectiva de construcción del análisis crítico de nuestro entorno presenta gran potencial para el desarrollo de competencias de sostenibilidad. Es más, Skovsmose (1999) destaca el doble rol de la matemática: como “creadora” de nuestro mundo y con una enseñanza y aprendizaje centrada en el análisis crítico de su intervención en nuestro entorno, incluyendo el ecosistema terrestre; esto hace que esté justificada su vinculación y rol fundamental en la EDS. Pese a ello, aún hoy “hay pocas investigaciones que analicen el papel fundamental de la educación matemática en el apoyo a los estudiantes para diseñar formas creativas de satisfacer las necesidades de desarrollo sostenible de manera eficiente” (Alsina y Mulá, 2019, p. 2).

En este sentido, la Educación Matemática en general y la Educación Estadística en particular, constituye un conocimiento crucial que todo ciudadano puede utilizar para desarrollar una mejor sociedad, tanto en lo económico, social y medioambiental. Pero es necesario orientar su enseñanza hacia el desarrollo de competencias clave de sostenibilidad que, por su naturaleza, conlleva la resolución de problemas y hacen que el análisis e interpretación de datos tenga mucho que aportar cuando se vinculan con los ODS. Ese cambio contribuirá a generar conciencia y a que los ciudadanos puedan afrontar eficazmente los desafíos del siglo XXI puesto que la Educación Estadística no sólo brinda herramientas para comprender y dar respuesta a problemas, tanto de la vida real como de otras disciplinas, sino que además, permite establecer conexiones con contextos y problemáticas diversas (Batanero y Borovcnik, 2016; Ben-Zvi et al., 2018).

Por su parte, la EDS pretende conseguir ciudadanos alfabetizados en 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). Para lograr este objetivo, consideramos que se debe desarrollar en los estudiantes, desde edades tempranas, 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 (Gal, 2002), que les lleve a una toma de decisiones conscientes para crear un mundo más sostenible.

Es por esta razón, que es necesario alfabetizar al profesorado en estas cuestiones, de manera que estos valoren y presten atención a su incorporación en el contexto escolar (Aznar et al., 2011); además, debemos analizar las competencias profesionales que desarrollan los futuros profesores a lo largo de su formación y hasta qué punto dichas competencias les permitirán acompañar a sus estudiantes en el desarrollo de competencias de sostenibilidad. En concreto, en este artículo se reportan resultados sobre un análisis preliminar centrado en la contribución de la formación inicial en Educación Estadística al desarrollo de la EDS por maestros de Educación Primaria. En este escenario se enmarca este estudio.

## 2. Fundamentación teórica

### 2.1 Educación para el desarrollo sostenible y la formación del profesorado

Los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible aparecen 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).

Desde entonces se ha avanzado en esta área, 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 (UNESCO, 2015). En este sentido, la ONU reconocen tres dimensiones de acción: económica, social y ambiental, que son plasmadas en los 17 ODS y abarcan variedad de temáticas (Figura 1).

Para alcanzar estos objetivos, es necesario contar con una educación holística, integradora y transformadora, que permita a las generaciones actuales y futuras que puedan alcanzar aprendizajes cognitivos, socioemocionales y conductuales específicos, y sobre todo desarrollar competencias clave de sostenibilidad (UNESCO, 2017).

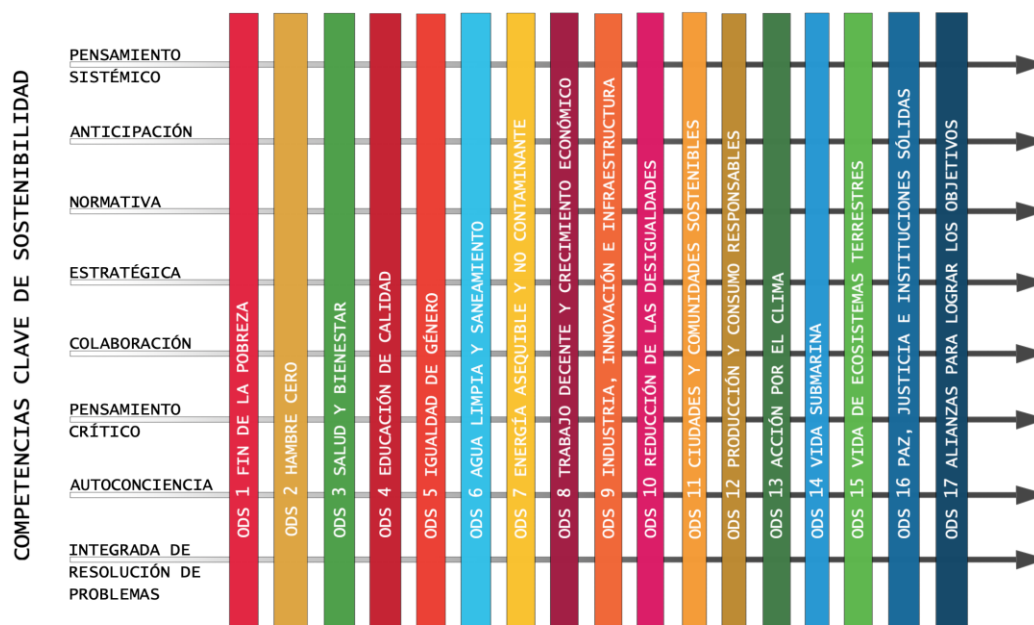
Figura 1. Objetivos de desarrollo sostenible.



Fuente: 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.

Cabe precisar que, si bien estas competencias son transversales, multifuncionales e independientes (Figura 2), es necesario que se desarrollen (a distintos niveles según la edad) por todos los alumnos a nivel mundial, y aunque no reemplazan a las competencias específicas para ciertas situaciones y contextos, las comprenden y tienen un mayor alcance (Rychen, 2003).

Figura 2. Relación entre competencias clave de sostenibilidad y los ODS. Fuente:



Fuente: Vásquez (2020).

Por tanto, para alcanzar el propósito de implementar el aprendizaje de los ODS a través de la EDS, es necesario integrar la EDS en las políticas públicas, programas educativos, planes de estudio, libros de texto y, sobre todo, en la

formación del profesorado, pues ellos “son agentes de cambio poderosos, que pueden dar con la respuesta educativa necesaria para alcanzar los ODS. Sus conocimientos y competencias son esenciales para reestructurar los procesos y las instituciones educativas en pos de la sostenibilidad” (UNESCO, 2017, p. 51).

Ahora bien, pese a que la formación para la EDS se ha visto obstaculizada por la falta de claridad sobre cómo llevarla a cabo -pues las características de los procesos de formación pueden ser diversos dependiendo del contexto en el que son requeridos y aplicados-, la revisión de la literatura permite diferenciar elementos básicos para su puesta en marcha (Vare et al., 2019). En este sentido, la UNESCO, a través de su programa de acción mundial para el desarrollo sostenible, establece enfoques (Figura 3) a considerar por el profesorado a la hora de diseñar e implementar procesos de enseñanza con base en la sostenibilidad.

Figura 3. Enfoques para la EDS.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, diversas investigaciones dan cuenta de que algunas de las estrategias didácticas más exitosas para los procesos de formación, son aquellas que consideran: abordar la EDS a partir de la interdisciplinariedad; trabajar con la metodología de aprendizaje basada en proyectos; y resolver situaciones problemáticas en entornos colaborativos (Fuertes-Camacho et al, 2019; Albareda-Tiana et al., 2018). No obstante, un número importante de profesores podría percibirse incompetente para implementar la EDS en sus aulas (Vásquez, Seckel y Alsina, 2020). Por tanto, resulta importante explorar conocimientos y habilidades que poseen para desarrollar EDS (antes de una formación) desde las disciplinas que enseñan (Uitto y Saloranta, 2017), esto como una forma de medir el impacto de los procesos formativos.

Respecto del foco de los estudios sobre formación del profesorado en EDS, estos tienden a centrar mayor interés en la formación inicial (Martínez-Borreguero et al., 2019; Dahl, 2019) que en la formación continua (Batista de Goido et al., 2018). También se observa la necesidad de formación sobre EDS para el profesorado del área de física, química y matemática, pues estos podrían ser menos conscientes de sus competencias para implementar una educación en esta línea (Uitto y Saloranta, 2017). En consecuencia, se requiere diseñar planes de formación para el profesorado que incorporen la EDS (Alsina y Calabuig, 2019), sobre todo en áreas disciplinares como matemática y estadística que, por su naturaleza orientada a la resolución de problemas, tiene mucho por aportar, sobre todo si la vinculamos con los ODS (Vásquez, Seckel y Alsina, 2020).

## 2.2 La Educación Estadística

Todos los ciudadanos, entre ellos profesores y estudiantes, se ven enfrentados a diario a un gran volumen de información recibidos a través de diversos medios, que requiere contar con un pensamiento crítico, que permita realizar interpretaciones y análisis para tomar decisiones, 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), formados para comprender, evaluar y razonar estadísticamente respecto de los principales desafíos de desarrollo para la humanidad, de modo que puedan participar de manera informada y construir sociedades más democráticas. Esto tiene mayor importancia si, además convivimos con la desinformación, las noticias falsas y la ignorancia, que amenazan nuestra forma de vida (Engel, 2019). Así, 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 edades tempranas.

Si bien el currículo dirige el trabajo de la estadística y la probabilidad, es habitual encontrar que, como consecuencia de la falta de preparación del profesorado para abordar estas temáticas (Vásquez y Alsina, 2019), éstos muestren inseguridad dejando de lado su enseñanza o bien, cuando la abordan, lo hacen centrándose en conocimientos técnicos, en la resolución de ejercicios descontextualizados y, consecuentemente, desarrollan una clase de estadística en la que sólo se aplican fórmulas de manera mecánica y carentes de un sentido (Batanero y Díaz, 2011). Por tanto, es necesario proporcionar al profesorado herramientas didácticas y disciplinares para implementar “una enseñanza que involucre a los estudiantes en un aprendizaje significativo mediante experiencias individuales y colaborativas que fomenten su habilidad para dar sentido a las ideas matemáticas y para razonar de una manera matemática” (NCTM, 2015, p. 7). Desde esta perspectiva, debemos cuidar que además se utilicen contextos significativos en el proceso de enseñanza de 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). Siguiendo este enfoque, Alsina (2019) propone que, en la Educación Primaria, se organice la enseñanza de la estadística en torno a cuatro etapas secuenciales que configuran el conocimiento estadístico a enseñar: recogida, organización, representación e interpretación de los datos. Tales etapas se desarrollan siguiendo la metodología de enseñanza por medio de proyectos, lo que propicia que los estudiantes aborden la resolución de un problema real y con significado, de manera similar a como lo hacen los estadísticos, siguiendo los pasos de un ciclo de investigación estadística (Wild y Pfannkuch, 1999). Pero es necesario ir un poco más allá y hacer que la enseñanza de la estadística en el aula escolar transite hacia una “Educación Estadística para la Sostenibilidad”, que conecte con la EDS y que desarrolle el compromiso de cambio desde el ciudadano informado por medio del estudio estadístico de su entorno y de su ámbito local. Es decir, debe posibilitar que “el estudiante ponga todo ese conocimiento disciplinar y las habilidades adquiridas en los procesos investigativos al servicio de la formación de su conciencia social y de la transformación de la sociedad” (Zapata-Cardona, 2018, p. 35), donde la EDS se constituye en un propósito para enseñar estadística y a su vez la estadística se convierte en un pretexto para formar en sostenibilidad.

Bajo este prisma, es necesario que el profesorado incorpore y utilice contextos realistas en el diseño e implementación de tareas que involucren conocimiento estadístico, que promuevan el razonamiento y la resolución de problemas y que desarrollen la alfabetización estadística, la adquisición de conocimientos, competencias, valores, actitudes y formas de actuar, que lleven a contribuir al desarrollo sostenible. Para ello, tales tareas deben ser auténticas, es decir, deben “representar alguna situación de la vida real de manera que aspectos importantes de esa situación se simulan en un grado razonable” (Palm, 2008, p. 40). Así, Chamoso, Vicente, Manchado y Múñez (2013) contemplan cinco aspectos que debe incluir una tarea auténtica: evento (que tiene alta probabilidad de que suceda fuera de la escuela), pregunta (que sea transferible a una situación equivalente fuera de la escuela), información (coincida con la vida real), propósito (coincide con el propósito de resolución fuera de la escuela) y especificidad de los datos (si los detalles de la situación influyen en la estrategia de resolución del problema).

Además, las tareas deben ser desafiantes y, a la vez, motivar y ayudar a los estudiantes a construir conocimiento estadístico por medio de resolución de problemas. No obstante, no todas las tareas ofrecen las mismas oportunidades de aprendizaje siendo posible encontrarnos con tareas que presentan distintos niveles de demanda cognitiva. Bajo esta mirada, Smith y Stein (1998) proponen una categorización de acuerdo con el tipo de pensamiento requerido para solucionarlas, caracterizándolas según sus niveles de exigencia o demanda cognitiva en tareas de: memorización, procedimientos sin y con conexión, y construcción de conocimiento.

En consecuencia, a partir de lo antes expuesto, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo contribuye la Educación Estadística estudiada durante la formación de profesorado en el desarrollo de una EDS?



Como primera aproximación a su respuesta, en este trabajo analizamos diferentes diseños de Unidades Didácticas de Estadística (UDE) elaboradas por futuros maestros de Educación Primaria. A través de ellas, pretendemos observar cómo, haciendo uso de las competencias profesionales adquiridas en su formación y, sin contar con herramientas específicas para la EDS, interpretan y producen UDE con un enfoque hacia la EDS. Además, contamos con la posibilidad de analizar si se manifiestan diferencias culturales entre Chile y España que afecten a la creación de estas UDE conectadas con la EDS.

### 3. Metodología

El análisis utiliza como diseño de investigación el estudio de casos de tipo descriptivo (Bisquerra, 2009), pues busca describir y comprender cómo los estudiantes del grado de maestro de Educación Primaria, que componen el estudio de casos, incorporan en el diseño de UDE a la EDS.

#### 3.1 Participantes y contexto

En este estudio participaron estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria de Chile (5 grupos de 2 estudiantes cada uno) y de España (5 grupos de 4 estudiantes cada uno). Con ellos contrastamos ambas realidades puesto que, si bien Chile y España tienen orientaciones curriculares de la Educación Primaria así como programas de formación de maestros similares, hay elementos particulares propios de cada una de las culturas que podrían influir cuando se conecta la Educación Estadística con la EDS.

Los participantes se encuentran en 3º curso del citado grado desarrollando la materia de Didáctica de la Estadística y Probabilidad y Didáctica de la Numeración, la Estadística y el Azar, respectivamente. Se trata de una materia didáctico-disciplinar, en la que los estudiantes reciben formación didáctica que complementa la formación disciplinar necesaria para desarrollar como futuros maestros de Educación Primaria. La formación didáctica en Estadística se desarrolla al final del cuatrimestre. Con lo cual, ya han adquirido parte de las competencias profesionales que se pretenden para esta materia. Previo a la creación de la UDE, contaron con una sesión de 90 minutos de sensibilización respecto de la importancia de la EDS, sobre los ODS y la necesidad de incorporarlos en su enseñanza. Posteriormente, se propuso conformar equipos de trabajo para desarrollar la tarea de diseñar una UDE como una herramienta que contribuya a formar ciudadanos de sostenibilidad, para ser implementada en sus prácticas profesionales. Para el diseño debían seleccionar un nivel educativo, un ODS y los contenidos estadísticos adecuados. Tales UDE corresponden a las unidades de análisis de este estudio (Tabla 1).

Tabla 1  
UDE analizadas.

| País   | Código UDE | Nivel educativo | ODS   |
|--------|------------|-----------------|---|
| Chile  | CH-1       | 8-PRIMARIA      | 10 - Reducción de las desigualdades                                   |
|        | CH-2       | 4-PRIMARIA      | 3 - Salud y bienestar.  |
|        | CH-3       | 7-PRIMARIA      | 15 - Vida de ecosistemas terrestres                                   |
|        | CH-4       | 6-PRIMARIA      | 12 - Producción y consumo responsable                                 |
|        | CH-5       | 5-PRIMARIA      | 12 - Producción y consumo responsable<br>13 - Acción por el clima     |
| España | ES-1       | 5-PRIMARIA      | 10 - Reducción de las desigualdades                                   |
|        | ES-2       | 4-PRIMARIA      | 3 - Salud y bienestar   |
|        | ES-3       | 6-PRIMARIA      | 12 - Producción y consumo responsable                                 |
|        | ES-4       | 6-PRIMARIA      | 12 - Producción y consumo responsable                                 |
|        | ES-5       | 6-PRIMARIA      | 5 - Igualdad de género<br>8 - Trabajo decente y crecimiento económico |

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que, el interés de la investigación se centra en el análisis de lo que las UDE promueven, es decir, hacia dónde dirige el aprendizaje y de qué manera enlaza la Educación Estadística con la EDS.

### 3.2 Categorías para el análisis

Para el análisis de las UDE se consideraron cuatro categorías:

1) ODS seleccionado para el diseño: esto nos informa del contexto en el que se desarrolla el diseño.

2) Contenido estadístico: refiere a los contenidos estadística en la Educación Primaria de acuerdo con Alsina (2019). También consideramos el contexto y su relación con los datos (Aoyama y Stephens, 2003), y el uso de herramientas tecnológicas. Pues tanto el contexto como el uso de herramientas TIC intervienen en el desarrollo del conocimiento estadístico.

3) Demanda cognitiva: en este aspecto nos hemos basado en la clasificación para el análisis de la demanda cognitiva de las tareas matemáticas propuesta por NCTM (2015).

4) Autenticidad: adaptamos los indicadores propuestos por Chamoso y Cáceres (2018), estos inicialmente se plantean para analizar un problema, y en nuestro caso se trata de analizar la autenticidad de las UDE.

El enfoque de la enseñanza y las competencias claves son elementos intrínsecos de la EDS. En nuestro análisis entendemos que el estudio de una única UDE no puede ofrecer información acerca de estos elementos, aunque la autenticidad de las tareas servirá de indicador acerca del enfoque de enseñanza que

el futuro maestro deja entrever. Por otro lado, un análisis global de cada diseño nos acercará a la competencia clave para el progreso de la EDS que prioriza la UDE cuando hace uso de la Educación Estadística.

A partir de los aspectos señalados se definieron los siguientes indicadores para cada una de las cuatro categorías, con objeto de centrar el análisis durante el proceso de codificación (Tabla 2).

Tabla 2  
*Indicadores utilizados en el proceso de codificación.*

| Nº ODS   |   |
|--|---|
| Contenido estadístico  | Recogida de información: muestra/censo, caracteres.   |
|  | Organización de la información: registro/campo; frecuencia, distribución.   |
|  | Representación: diagramas de barras, lineal, histograma, pictograma, diagrama de sectores, diagrama de tallos y hojas.  |
|  | Interpretación: cálculo de parámetros centrales (media, moda, mediana) y/o dispersión (rango, desviación típica); razonamiento estadístico dentro del contexto de trabajo y como modo de resolución de problema para la vida y la ciencia.  |
|  | Contexto y conocimiento estadístico: el contexto que determina el ODS seleccionado es relevante para la tarea propuesta y, por tanto, está presente en todo su desarrollo.  |
| Uso de herramientas tecnológicas para profundizar en el aprendizaje de la Estadística. |   |
| Demanda cognitiva  | Memorización El foco de la tarea esta en la reproducción memorística de aprendizajes previos; construcción de tablas/gráficos a partir de datos ofrecidos, y/o identificación de elementos que la forman (procedimiento de construcción), sin modificación de la información contenida.   |
|  | Conexión Se focaliza en establecer conexiones entre conceptos estadísticos, que requieren un conocimiento estadístico amplio y a la vez conectar diferentes representaciones para la comprensión estadística. Pero el contexto no tiene un papel fundamental o no lleva al planteamiento de nuevas preguntas con objeto de un mayor conocimiento estadístico. |
|  | Reflexión Requieren la elaboración de conclusiones conectadas con los ODS. En este tipo de tareas el contexto (determinado por los ODS) se convierte en fuente de aprendizaje estadístico y fuente de reflexión sobre el rol individual en la comunidad local y en la sociedad en la que participa.   |
| Autenticidad   | Evento La situación planteada es factible en la vida real fuera de la escuela y contextualizada en los ODS. Datos cercanos al entorno de la localidad o del país. Cercanos a la situación del contexto que viven.   |
|  | Pregunta Se formularía de manera habitual para el evento descrito y cuya respuesta tiene un valor estadístico práctico o es interesante por el debate que suscita.  |
|  | Información Los datos coinciden con los reales o se han adecuado para resaltar el ODS (matemática realista). Los datos que se utilizan en la tarea son datos conseguidos por medio de encuestas, son datos reales o bien adecuados para su edad y nivel.  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Propósito                  | Se menciona explícitamente y está en consonancia con el planteado desde la situación real y el ODS. La tarea desarrollada lo hace de forma que se dirige a abordar el ODS planteado y la herramienta estadística contribuye de forma decisiva en su consecución.                        |
| Especificidad de los datos | Datos sacados de encuesta elaborada por ellos o se menciona la procedencia de los datos o gráficos con los que trabajan. Los datos estadísticos que se manejan en esta tarea son adecuados para dar respuesta a la pregunta planteada o nos llevan a las conclusiones que se pretenden. |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Procedimiento de análisis

Las categorías para el análisis se codificaron de acuerdo con los indicadores antes descritos, dicotomizando los indicadores correspondientes a cada propuesta de aprendizaje, asignando puntuaciones a cada indicador según su presencia (1) o ausencia (0). La codificación fue realizada por los autores, y para garantizar la confiabilidad, se realizó un proceso de calibración que consideró sesiones de codificación conjunta y discusión de los desacuerdos, para luego realizar un proceso de codificación individual. En el proceso de ajuste de los indicadores de las categorías de análisis se vio la necesidad de recoger algunas observaciones que matizaran la ausencia o presencia de dichas categorías. Esto permitió completar el análisis cualitativo dando cuenta del grado de integración de los ODS en cada una de las UDE propuestas por los estudiantes, así como la discusión acerca de las competencias clave que se desarrollan.

## 4. Resultados

### 4.1 Contenido estadístico abordado en las UDE

En la Tabla 3 se presentan los contenidos estadísticos a los que recurren los futuros profesores para elaborar las UDE. Cabe señalar, que una misma tarea puede abordar más de un contenido estadístico a lo largo de toda la propuesta.

Tabla 3  
*Presencia de los indicadores que caracterizan al contenido estadístico en las UDE.*

| Indicadores                          | Chile | España |
|--------------------------------------|-------|--------|
| Recogida de información.             | 3     | 4      |
| Organización de la información.      | 4     | 4      |
| Representación.                      | 4     | 5      |
| Interpretación.                      | 2     | 2      |
| Contexto y conocimiento estadístico. | 3     | 3      |
| Uso de herramientas tecnológicas.    | 0     | 0      |

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, el análisis revela que se promueve fundamentalmente el aprendizaje estadístico relacionado con la recogida, organización y representación de la información. En cambio, el contenido “interpretación” de la información se desarrolla sólo en cuatro tareas, lo que muestra un predominio de tareas en el que se entiende el contenido estadístico como aplicación de fórmulas de manera mecánica.

Con respecto al “uso de herramientas tecnológicas” como recurso para profundizar en el contenido estadístico ninguna de las tareas lo aborda como tal, pues aparecen como sustitutivos de la libreta y se utilizan para recoger las tablas o realizar la representación gráfica, pero no con el objeto de potenciar la enseñanza de la estadística.

Finalmente, el contexto que han seleccionado los futuros profesores como guía de desarrollo de su tarea no aparece en todas ellas de la misma forma. Hemos encontrado tareas en las que el contexto es indispensable y vertebrado todo el aprendizaje, mientras que en otras su presencia y uso ha sido anecdótico y por tanto totalmente irrelevante. Debemos destacar que seis propuestas de aprendizaje (3 de cada país) utilizan el contexto como fuente de conocimiento real de aprendizaje en las que el conocimiento estadístico es necesario para llegar a la solución del problema planteado, y los estudiantes se les dirige hacia la construcción de nueva información a partir de los datos cualitativos y cuantitativos que el contexto ofrece.

#### 4.2 Demanda cognitiva de las UDE

El análisis de la demanda cognitiva de la tarea se hace teniendo en cuenta las preguntas que se desarrollan y cómo se debería utilizar el contenido estadístico para obtener las respuestas, tal y como se describe en los indicadores de la Tabla 2. Los resultados se presentan en la Tabla 4, indicando para cada tarea, el mayor nivel de demanda cognitiva mostrada en alguna de las actividades de la UDE.

Tabla 4  
*Presencia de los indicadores que caracterizan la demanda cognitiva de las UDE.*

| Indicadores  | Chile | España |
|--------------|-------|--------|
| Memorización | 2     | 3      |
| Conexión     | 2     | 1      |
| Reflexión    | 1     | 1      |

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados, de forma global, informan de diseños de tareas estadísticas con baja demanda cognitiva (el 50% analizado se sitúa en el nivel memorización), en las que los estudiantes realizan un trabajo que requiere la presentación o tabulación de los datos que manipulan. Esto pone de manifiesto, de nuevo, que se promueve en los estudiantes un conocimiento estadístico de fórmulas y que no se encamina hacia la construcción de un razonamiento estadístico basado en la variabilidad y el contraste de información.

Por su parte, las propuestas de aprendizaje que se sitúan en la categoría de reflexión describen una trayectoria de aprendizaje que guía a los estudiantes a la construcción del pensamiento crítico mediante el uso de los datos analizados y el conocimiento profundo del contexto en el que se enmarcan dichos datos. Consideramos que, las actividades que combinan el conocimiento estadístico y el conocimiento del contexto con el objetivo de desarrollar una argumentación justificada y basada en los datos, exigen un alto nivel de demanda cognitiva. Un ejemplo de esto se observa en la Figura 4, que muestra una parte de la Tarea ES-5 situada en la categoría de reflexión. En ella se observa que los futuros profesores proponen a los estudiantes analizar una noticia de prensa mediante preguntas guiadas, hasta llegar a realizar una comparación de esta noticia con los resultados que habían recogido y estudiado previamente en la clase.

Figura 4. Ejemplo de tarea en la categoría de reflexión.

• **Segunda actividad (15 minutos):** A través de la lectura que se presenta a continuación, y posterior a que el docente haya explicado los términos población activa, población ocupada y paro, se propondrá una serie de cuestiones que el alumnado tendrá que resolver.

Santa Cruz de Tenerife, 5 nov (EFE).- El número de parados registrado en las oficinas de los Servicios Públicos de Empleo Estatal (SEPE) en Canarias alcanzó los 210.131, tras aumentar en octubre en 5.602 personas respecto al mes anterior, un aumento del 2,74% con respecto a septiembre y del 0,98% interanual. hace 2 días

**El paro aumenta en octubre en Canarias en 5.602 desempleados, un 2,74 mas - La Vanguardia**

- Tras la lectura y sabiendo que el número actual de ocupados en Canarias es de 891.200 ¿A cuánto asciende el número de población activa canaria?
- Halla el porcentaje de parados y empleados en Canarias. Compara los resultados con el porcentaje de parados y empleados que se han dado entre los familiares de tu aula.
- Debate en gran grupo las diferencias y similitudes que encuentres.

Fuente: extracto tarea ES-5, sesión 3, actividad 2.

### 4.3 Autenticidad de las UDE

En las tareas estadísticas hay dos aspectos relevantes: el problema planteado y la estrategia de resolución. La autenticidad es una herramienta que permite conocer el grado de cercanía de ambos aspectos de la tarea con la resolución de problemas de la vida real, lo que permite identificar buenas tareas estadísticas. De acuerdo con Chamoso y Cáceres (2018), una tarea puede ser considerada auténtica, verosímil o ficticia. Según estos autores, para que una tarea se considere verosímil o auténtica deberá desarrollar los indicadores descritos en los aspectos “evento”, “pregunta” e “información” del apartado de autenticidad del instrumento de análisis (Tabla 2). Si la tarea analizada no cumpliera alguno de los aspectos anteriores, la tarea se denomina ficticia. Consideramos tarea auténtica aquella que cumple todos los indicadores de la autenticidad de la Tabla 2.

En la Tabla 5 mostramos los resultados del análisis realizado y, en él destacamos que, casi todas las UDE (ocho de las diez) involucran tareas verosímiles o ficticias.

Tabla 5

Presencia de los indicadores que caracterizan la autenticidad de las UDE.

| Autenticidad | Chile    | España   | Total     |
|--------------|----------|----------|-----------|
| Auténticas   | 1        | 1        | 2         |
| Verosímiles  | 2        | 2        | 4         |
| Ficticias    | 2        | 2        | 4         |
| <b>Total</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Las UDE que se catalogaron dentro de la categoría de ficticias, no desarrollan una pregunta en torno al contexto elegido o bien la información que ofrecen, para dar respuesta a la pregunta planteada, requiere utilizar datos de acceso no evidente para los estudiantes, y para los que no se ha previsto que se desarrolle algún tipo de actividad de reconocimiento y manejo previo de estos datos. Este tipo de desajuste en la pregunta o bien en la información proporcionada puede ser producto de que los futuros profesores no han desarrollado actividades de este tipo como estudiantes o bien, no han situado la dificultad que entraña el análisis propuesto para el conocimiento que posee el estudiante en ese momento. Las tareas ficticias difícilmente conectarán con los intereses y motivaciones de los estudiantes que puede repercutir en la perseverancia y en el desarrollo de una actitud positiva hacia la resolución de problemas estadísticos.

En la Figura 5 se observa que a los estudiantes de 5° de Primaria se les pide que ordenen países según el nivel de desarrollo de los derechos humanos, como primera actividad, y como segunda actividad un listado de variables que deberán “resumir y apuntar los datos más relevantes”. Tal y como aparece en la propuesta, se observa que no se contempla toda la complejidad del problema planteado ni el aprendizaje potencial que el estudiante puede desarrollar. Si no se realiza una sensibilización adecuada, la información que se recoja de esta forma será irrelevante para el estudiante y carente de sentido para la propuesta que se ha planteado en la tarea. Con lo que, para el estudiante, se trata de una actividad ficticia.

Figura 5. Ejemplo de autenticidad de una tarea.

**Sesión 2:**

Se dividirá a la clase en pequeños grupos (3 o 4 personas), y después de dividirlos se les repartirá aleatoriamente países desarrollados y en vías de desarrollo, los países son Bélgica, Suiza, EEUU, Nueva Zelanda, China, República Democrática del Congo y Bolivia. En la primera actividad los alumnos deberán crear una lista con los países proporcionados donde colocarán primero el país que ellos creen que es el más desarrollado en cuanto a derechos humanos y seguirán hasta llegar al que consideren el menos desarrollado. Lista que comprobarán al finalizar las sesiones.

En la segunda actividad se dividirán por grupos y buscarán información sobre el país, en cuanto al nivel de vida, educación pública, sanidad, desigualdades sociales, de género, cumplimiento de los derechos humanos, el porcentaje de personas paradas y con trabajo, etc. Deberán resumir y apuntar los datos más relevantes que encuentren rescatando de las páginas web, ya que trabajar con ella en la siguiente actividad.

Fuente: extracto tarea ES-1, sesión 2, actividades 1 y 2.

Las tareas propuestas que se catalogaron como verosímiles, son tareas que cumplen tres aspectos de la autenticidad, pero que o bien el propósito o la especificidad de los datos no se consiguen durante la tarea. Se observa que, en algunas propuestas, las preguntas de cierre de la tarea no se formularon desde el inicio de la propuesta, lo que provoca que los datos utilizados y analizados sean específicos para una pregunta diferente a la que se pretende dar respuesta al final de la propuesta. Por ejemplo, la tarea CH-5 (Figura 6), tiene por objeto analizar la producción y el consumo responsable y para ello realizan un estudio del reciclaje en sus hogares. Al final de la propuesta, se propone la elaboración de un mural que recoja, no sólo el promedio de reciclaje de cada grupo sino que además se pide que se ofrezcan soluciones para el cuidado del medio ambiente ante el impacto medioambiental de determinados materiales. Durante toda la UDE no se analiza el impacto medioambiental de los materiales descritos, por lo que los datos utilizados no van encaminados a dar respuesta a esa pregunta que se plantea al final. Lo que provoca una incoherencia en la tarea y que se sitúe como una propuesta verosímil.

Figura 6. Ejemplo de tarea verosímil.

Los alumnos crean un afiche con la información que obtuvieron durante las clases anteriores. Agregan el promedio de reciclaje a nivel de grupo con un tipo de material (cartón, plástico, aluminio, etc.) también agregan el impacto que tiene para el medio ambiente la utilización del material; de igual forma agregan algunas soluciones para el cuidado del medio ambiente y utilización de los materiales.

Fuente: extracto Tarea CH-5, sesión 3, actividad de desarrollo.

Sólo dos tareas consideramos que desarrollaron completamente todos los aspectos que determinan la autenticidad. Estas propuestas de aprendizaje destacan por seleccionar de forma adecuada el objetivo, la pregunta y la información. Además, todo ello en conexión el ODS elegido y utilizando datos reales cercanos a los estudiantes para responder a la pregunta planteada. Así, por ejemplo, la propuesta de aprendizaje CH-2 se basa en analizar la obesidad en Chile y generar hábitos saludables en los hogares de los alumnos mediante el estudio de los hábitos que poseen actualmente. Como cierre de la actividad (Figura 7), se propone una discusión que recopila toda la información analizada y contrasta con el objetivo de generar propuestas de hábitos alimenticios saludables. Ha seguido el proceso completo de análisis y contraste de una situación para generar un proceso de sensibilización y toma de decisiones fundamentado. Por esta razón se ha situado en la categoría de tarea auténtica.



Figura 7. Ejemplo de tarea auténtica.

Una vez finalizada la actividad de confección de los gráficos, los estudiantes se reunirán en tríos y compararán los resultados de ambos gráficos, comentando en qué aspectos son muy similares y en cuales difieren. Posteriormente en los mismos grupos analizarán sus gráficos en torno a las siguientes preguntas:

- Al observar el gráfico ¿Qué puedes concluir?
- ¿Cuál es el alimento que más se consume en tu casa?
- ¿Cuál es el alimento que menos se consume en tu casa?
- ¿Puedes garantizar que tu familia se preocupa por su salud y bienestar? Argumenta.
- ¿Por qué crees que es importante investigar los hábitos alimenticios en tu familia?
- ¿Qué puedes hacer ahora con los resultados y conclusiones de tu investigación? comenta

Fuente: extracto tarea CH-2, sesión 3, actividad de desarrollo.

Finalmente, contrastamos los resultados obtenidos en cuanto a la autenticidad de las tareas con la demanda cognitiva alcanzada (Tabla 6). Observamos que aquellas tareas catalogadas como “auténticas” se corresponden con las de mayor demanda cognitiva, mientras que las tareas “ficticia” se sitúan en nivel de pensamiento reproductivo y mecánico, basado en la memorización. Tomando este resultado con la cautela debida ya que se trata de pocos datos, sí consideramos coherente que una tarea estadística auténtica demande un nivel de pensamiento estadístico elevado, pues, entendemos que se trata de una tarea conectada con la vida real, que requiere de la estadística para responder al problema que se plantea y que requiere del conocimiento profundo del contexto para responder completamente a la pregunta.

Tabla 6  
*UDE según su Autenticidad y Demanda Cognitiva.*

|              | Ficticia | Verosímil | Auténtica |
|--------------|----------|-----------|-----------|
| Memorización | 4        | 1         | 0         |
| Conexión     | 0        | 3         | 0         |
| Reflexión    | 0        | 0         | 2         |

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Reflexiones finales

El propósito de este estudio ha sido analizar ¿cómo futuros profesores de Educación Primaria de Chile y España incorporan en el diseño de propuestas de aprendizaje a la Educación Estadística como una herramienta para el desarrollo de la EDS? En los diseños de las UDE analizadas, lo primero que se constata es que no se manifiestan diferencias destacables para ambos países en cada una de las categorías estudiadas.

En lo que respecta a las UDE diseñadas, encontramos que utilizan, principalmente, los contenidos estadísticos relacionados con recoger, organizar y representar la información, observando que la interpretación de los datos es un contenido muy poco utilizado en las propuestas analizadas. Este hecho nos advierte de que la visión que tienen los futuros maestros, participantes en este estudio, acerca de la Educación Estadística a enseñar en Educación Primaria sigue estando muy ligada a la aplicación de fórmulas de forma mecánica, lo que empobrece enormemente la futura formación estadística que desarrollen en sus aulas. Asimismo, según lo observado, no tratan cuestiones relacionadas con el análisis de los datos, interpretación, variabilidad o toma de decisiones en entornos de incertidumbre. Pero esta visión, puede ser producto de la escasa formación que han recibido acerca de la Educación Estadística. Por tanto urge desarrollar una enseñanza de la estadística más rica, que promueva el pensamiento crítico y el razonamiento estadístico.

También es destacable que, a pesar de vivir en la sociedad de la información y la comunicación, observamos que las propuestas diseñadas no hacen uso de las TIC para el fomento del aprendizaje estadístico. Cuando se presentan en las propuestas de aprendizaje se utilizan sólo para el registro de actividades (crear una tabla o representar una gráfica), pero no se recurre a ellas con el objetivo de análisis de la variabilidad, búsqueda de información en bases de datos y/o prensa o contraste de información para la toma de decisiones. Lo anterior, enciende una luz de alarma, puesto que en una sociedad donde nos vemos enfrentados a una gran avalancha de datos a través de diversos medios tecnológicos, no puede ser que este recurso no esté presente de forma que promueva el desarrollo del conocimiento estadístico y el pensamiento crítico en las aulas.

Por otro lado, con respecto al vínculo entre la EDS y la Educación Estadística, hemos observado que los ODS son una fuente rica de contextos cercanos a los alumnos de cualquier nivel educativo, y eso permite que quien trabaje con ellos tome conciencia sobre su propia acción en el entorno y pueda tomar decisiones que modifiquen su estilo de vida hacia uno sostenible. Por otra parte, el contexto, tanto en la EDS como en la Educación Estadística, juega un papel central y es fuente de conocimiento. En la Educación Estadística el conocimiento profundo del contexto, a través del uso de herramientas estadísticas para la argumentación basada en los datos, hemos constatado que promueve tareas con alta demanda cognitiva y, además, cumple los aspectos de una tarea auténtica. En este sentido, podemos afirmar que las tareas descritas como auténticas presentan matices de algunos de los enfoques descritos por la UNESCO (2017). En nuestro caso, hemos encontrado que las dos tareas auténticas analizadas se sitúan dentro del enfoque contextual, donde las prácticas deben desarrollarse para dar solución a problemas reales a nivel local. Y en la discusión, encontramos que la competencia clave para el progreso del desarrollo sostenible que se aborda, principalmente es la autoconciencia. Pues se promueve con estas UDE la reflexión sobre el rol de cada estudiante en la comunidad local, aunque con la limitación de no llegar a impulsar acciones para desarrollar un cambio.

Así, a partir del análisis, se evidencia que las competencias profesionales de los futuros maestros permiten desarrollar UDE dirigidas a la EDS pero con ciertas limitaciones. Se observa la necesidad de generar acciones formativas que permitan orientar la enseñanza de la estadística a través de proyectos enfocados en contextos realistas. Consideramos que la triada: educación estadística, formación del profesorado, y EDS, es parte fundamental para acceder a formar ciudadanos de sostenibilidad en el contexto escolar y dotar a los profesores de las competencias profesionales necesarias para desarrollar la EDS con capacidad transformadora en las aulas y, por extensión, a toda la sociedad.

Por consiguiente proponemos, para estudios posteriores, indagar en oportunidades de desarrollo profesional adecuadas, necesarias para formar al profesorado en el desarrollo de competencias para la sostenibilidad a partir de una reorientación de la enseñanza de la estadística en el aula escolar: una estadística para la sostenibilidad. De modo que todas las personas tengan la oportunidad de adquirir conocimientos, competencias, valores y actitudes con los que puedan contribuir al desarrollo sostenible, adquirir las competencias clave que harán posible transformar la sociedad hacia la sostenibilidad. Si bien la cultura estadística se concibe como una competencia básica para evaluar datos estadísticos de contextos diversos (Gal, 2002), una estadística para la sostenibilidad debiera focalizar la enseñanza de la estadística a partir del abordaje de problemáticas provenientes de contextos reales y locales vinculados con los ODS, con el propósito de desarrollar competencias que empoderen a los estudiantes para reflexionar sobre cuestiones vinculadas al desarrollo sostenible y capaces de hacer realidad, mediante la acción, las propuestas que se propongan en pro de un presente y un futuro sostenibles.

### Referencias bibliográficas

- Albareda-Tiana, S., Vidal-Raméntol, S., Pujol-Valls, M. y Fernández-Morilla, M. (2018). Holistic Approaches to Develop Sustainability and Research 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. Island Press.
- Alsina, Á. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Editorial Graó.
- Alsina, Á. 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. doi: doi.org/10.25267/Rev\_educ\_ambient\_sostenibilidad.2019.v1.i1.1203
- Alsina, Á. y Mulà, I. (2019). Advancing towards a Transformational Professional Competence Model through Reflective Learning and Sustainability: The Case of

- Mathematics Teacher Education. *Sustainability*, MDPI, Open Access Journal, 11(15), 1-17. doi: <https://doi.org/10.3390/su11154039>
- Aoyama, K., M. y Stephens, M. (2003). Graph interpretation aspects of statistical literacy: A Japanese perspective. *Mathematics Education Research Journal* 15(3), 3-22. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03217380>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.502590>
- Barwell R. (2018) Some Thoughts on a Mathematics Education for Environmental Sustainability. In: Ernest P. (eds) *The Philosophy of Mathematics Education Today*. ICME-13 Monographs. Springer.
- Batanero, C. y Díaz, C. (Eds.). (2011). Estadística con proyectos. Departamento de Didáctica de la Matemática. ReproDigital. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- Batanero, C., y Borovcnik, M. (2016). *Statistics and probability in high school*. Sense Publishers.
- Batista de Goido, A., Regina, M. y Akiko, A. (2018). A formação docente para a educação ambiental: investigando conhecimentos e práticas. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 35(1), 112-131. doi: <https://doi.org/10.14295/remea.v35i1.7424>
- Ben-Zvi, D., Makar, K. y Garfield, J. (Eds.). (2018). *International Handbook of Research in Statistics Education*. Cham: Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0462-6>
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla, España.
- Calero Llinares, M., Mayoral García-Berlanga, O., Ull Solís, A. y Vilches Peña, 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. doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Chamoso, J.M. y Cáceres, M.J. (2018). Propuesta de tareas matemáticas en contextos reales de estudiantes para maestro. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (17), 83-94.
- Chamoso, J.M., Vicente, S., Manchado, E. y Múñez, D. (2013). Los problemas de matemáticas escolares de primaria, ¿son solo problemas para el aula? *Actas I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe (I CEMACYC)*. (pp.170-186). Santo Domingo, República Dominicana.
- Dahl, T. (2019). Prepared to Teach for Sustainable Development? Student Teachers' Beliefs in Their Ability to Teach for Sustainable Development. *Sustainability*, 11, 1993-2103. doi: <https://doi.org/10.3390/su11071993>

- Engel, J. (2019). Statistical literacy and society. What is civic statistics? 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*.
- Fuertes-Camacho, M.T., Graell-Martín, M., Fuentes-Loss, M. y Balaguer-Fàbregas, M.C. (2019). *Sustainability*, 11(3), 767-791.
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, Netherlands, 70, 1-25. Recuperado de <https://iase-web.org/documents/intstatreview/02.Gal.pdf>
- 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.
- Martínez-Borreguero, G., Maestre-Jiménez, J., Mateos-Núñez, M. y Naranjo-Correa, F. (2019). *Knowledge Analysis of the Prospective Secondary School Teacher on a Key Concept in Sustainability: Waste Sustainability*, 11, 1173-1200. doi: <https://doi.org/doi.org/10.3390/su11041173>
- Moore, D. y Cobb, G. (1997). "Mathematics, Statistics, and Teaching". *American Mathematical Monthly*, 104, 801-823. doi: <https://doi.org/10.2307/2975286>
- NCTM (2015). *De los principios a la acción. Para garantizar el éxito matemático para todos*. Reston, Va.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- 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.
- Palm, T. (2008). Impact of authenticity on sense making in word problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 37-58.
- 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).
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. (P. Valero, Trad.) Bogotá: Una Empresa Docente (Trabajo original publicado en 1994).
- Smith M.S. y Stein, M.K.(1998). Selecting and creating mathematical tasks: From Research to Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, Reston (VA), 3(1), 344-350. Recuperado de <http://mathedseminar.pbworks.com/w/file/attach/92864991/Smith%20and%20Stein%20>
- Uitto, A. y Saloranta, S. (2017). Subject Teachers as Educators for Sustainability: A Survey Study. *Education Sciences*, 7(1), 8-26. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2227-7102/7/1/8>

- 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. Recuperado de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230514\\_spa](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/ares70d1\\_es.pdf](https://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.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.
- Vare, P., Arro, G., de Hamer, A., Del Gobbo, G., de Vries, G., Farioli, F., Kadji-Beltran, C., Kangur, M., Mayer, M., Millican, R., Nijdam, C., Réti, M. y Zachariou, A. (2019). Devising a Competence-Based Training Program for Educators of Sustainable Development: Lessons Learned. *Sustainability*, 11(7), 1890-1910. doi: <https://doi.org/10.3390/su11071890>
- 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. <http://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/mes/article/view/12889>
- 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: <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i1.9160>
- 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*, 34(2), 16-30. doi: <https://doi.org/10.15359/ru.34-2.1>
- 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. doi: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART2.pdf>
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>
- Zapata-Cardona, L. (2018). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana*, (10), 30-41. doi: <https://doi.org/10.14409/yu.v0i10.7695>

### Agradecimientos:

Trabajo realizado en el marco del proyecto FONDECYT N° 1200356 financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Chile.

### Cómo citar este artículo:

Vásquez, C. & García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el desarrollo sostenible en la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(3), 125-147. DOI: 10.30827/profesorado.v24i3.15214