

Idoneidad Didáctica en la Formación de Profesores: análisis de la enseñanza de la Estadística con proyectos¹

Suzi Samá²

Marta Élid Amorim³

Carmen Batanero⁴

RESUMEN

En la formación inicial de profesores es importante incluir tanto el conocimiento de conceptos estadísticos como el conocimiento didáctico, lo que impone desafíos en la planificación didáctico-pedagógica y en la adopción de recursos tecnológicos digitales. El objetivo de este artículo es analizar un proceso de formación de futuros profesores de estadística de educación básica utilizando la metodología de proyectos en la enseñanza no presencial. La investigación se basa en la Teoría de la Idoneidad Didáctica. La metodología utilizada para analizar los datos fue el Análisis de Contenido. Los resultados indican que el trabajo por proyectos ayudó a los futuros profesores a adaptarse a la vida profesional y a la sociedad, y que los recursos tecnológicos digitales promovieron la interacción entre alumnos y profesores. Estos resultados permiten concluir que la enseñanza de la estadística a través de proyectos, con el apoyo de diferentes recursos didácticos, permitió relacionar los contenidos estadísticos con otros conocimientos científicos y sociales.

PALABRAS CLAVE: Formación de profesores. Educación Estadística. Idoneidad Didáctica. Dimensión Ecológica. Dimensión Mediacional.

¹ Versión en español: Carmen Batanero. *E-mail:* batanero@ugr.es.

² Doutora em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7490-9722>. *E-mail:* suzisama@furg.br.

³ Doutora em Educação Matemática. Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, Sergipe, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5909-6228>. *E-mail:* martaelid@mat.ufs.br.

⁴ Doutora em Matemáticas. Universidad de Granada, Granada, Espanha. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4189-7139>. *E-mail:* batanero@ugr.es.

Idoneidade Didática no Trabalho com Projetos na Formação de Professores para Ensinar Estatística

RESUMO

Na formação inicial de professores é importante contemplar tanto o conhecimento dos conceitos estatísticos quanto o conhecimento didático, o que impõe desafios no planejamento didático-pedagógico e na adoção dos recursos tecnológicos digitais. Assim, o artigo tem por objetivo analisar um processo de formação de futuros professores de Estatística da Educação Básica por meio da metodologia de projetos no ensino não presencial. A pesquisa está fundamentada na Teoria da Idoneidade Didática. A metodologia adotada na análise dos dados foi a Análise de Conteúdo. Os resultados indicam que o trabalho com projetos contribuiu para a adaptação dos futuros professores à vida profissional e à sociedade, bem como os recursos tecnológicos digitais promoveram a interação entre os estudantes e o professor. Esses resultados permitem concluir que o ensino de Estatística por meio de projetos, com o suporte de diferentes recursos didáticos, possibilitou relacionar os conteúdos estatísticos com outros conhecimentos científicos e sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de Professores. Educação Estatística. Idoneidade Didática. Dimensão Ecológica. Dimensão Mediacional.

Didactic suitability in teacher education: Analysing the teaching of statistics through projects

ABSTRACT

In initial teacher training, it is important to include both knowledge of statistical concepts and didactic knowledge, which imposes challenges in the didactic-pedagogical planning and in the use of digital technological resources. The aim of this article is to analyze a training experience in statistics directed to prospective basic education teachers using the project methodology in distance teaching. The research is based on the Theory of Didactic Suitability. The methodology used to analyze the data was Content Analysis. The results indicate that working with projects helped the prospective teachers adapt to professional life and society, and that digital

technological resources promoted interaction between students and teachers. These results allow us to conclude that teaching statistics through projects, with the support of different teaching resources, made it possible to relate statistical content to other scientific and social knowledge.

KEYWORDS: Teacher training. Statistics Education. Didactical Suitability. Ecological Dimension. Mediational Dimension.

* * *

Introducción

El estudio de la Estadística se hace imprescindible para la formación actual del ciudadano, de forma que pueda incorporarse adecuadamente a la sociedad de la información (Engel, 2017; Muñiz-Rodríguez; Rodríguez-Muñiz; Alsina, 2020; Salcedo; González; González, 2021). Ello requiere una adecuada formación del profesorado y el compromiso de enseñar no sólo el "dominio numérico, sino también la organización de los datos, la lectura de gráficos y el análisis estadístico" (Lopes, 2008, p. 58) a través de prácticas pedagógicas que consideren los intereses y contextos de los alumnos. La planificación y el desarrollo de dichas prácticas

requiere que el profesor tenga las habilidades necesarias para provocar un aprendizaje basado en el cuestionamiento, la interpretación y la argumentación. La actuación profesional es necesaria para implicar a los alumnos en la formulación y resolución de problemas estadísticos, el diseño de instrumentos de recogida de datos y la organización, representación y análisis de los mismos con el fin de obtener interpretaciones que sugieran nuevas comprensiones del tema investigado. (Souza; Lopes, 2021, p. 68).

Al igual que Arteaga et al. (2012), sostenemos que es en la formación inicial donde los futuros profesores pueden desarrollar las competencias mencionadas

por Souza y Lopes (2021), así como adquirir conocimientos para enseñar Estadística desde esta perspectiva. Sin embargo, en Brasil, hay cursos de formación de profesores de matemáticas que no ofrecen asignaturas de Estadística; y cuando forman parte del plan de estudios, rara vez se centra la atención en cuestiones relacionadas con su enseñanza (Cazorla, 2006; Viali, 2008).

En este contexto, la formación de profesores para enseñar Estadística se ha convertido en un área importante de investigación en Educación Estadística, a partir del estudio organizado por la *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI) y la *International Association for Statistical Education* (IASE) (Batanero, Burrill y Reading, 2011). Con el fin de contribuir a este tema, este artículo tiene como objetivo analizar un proceso de formación de futuros profesores de Estadística de Educación Básica utilizando la metodología de proyectos.

Para apoyar la planificación y desarrollo de la enseñanza basada en proyectos, buscamos apoyo en la teoría de la Idoneidad Didáctica propuesta por Godino (2009, 2011). Continuamos, de este modo, otros trabajos anteriores que utilizan este marco teórico para analizar la formación estadística de los profesores (Arteaga; Batanero; Gea, 2017; Arteaga *et al.*, 2012; Batanero *et al.*, 2022; Samá; Amorim, 2020, 2021).

Cabe destacar que esta investigación se desarrolló durante el año 2020, cuando el mundo se enfrentaba a la pandemia del Covid-19. El distanciamiento social adoptado en ese período para evitar la propagación del Sars-CoV-2 llevó a la adopción de la enseñanza a distancia. Esto impuso otros desafíos a la enseñanza de la Estadística por proyectos, como la planificación didáctico-pedagógica, la adopción de recursos tecnológicos digitales y la falta de soporte técnico para el perfeccionamiento de las dinámicas en la modalidad a distancia (Gusso; Archer; Luiz, 2020). Debido a este contexto, optamos por discutir en este trabajo las dimensiones ecológica y mediacional de la Teoría de la Idoneidad Didáctica en una experiencia formativa de formación a distancia de profesores basada en el uso de proyectos.

Idoneidad Didáctica

La Teoría da Idoneidad Didáctica propuesta por Godino (2009, 2011) tiene por objetivo orientar la enseñanza y mejorar el aprendizaje de los alumnos – en nuestro caso, de futuros profesores de Matemáticas. La Idoneidad Didáctica es entendida como el grado en que un proceso de enseñanza contiene ciertas características que permiten considerarlo óptimo o adecuado para que los alumnos en potencial alcancen el aprendizaje pretendido.

Esa Idoneidad está compuesta por las dimensiones que presentamos en el Cuadro 1. Dicho esto, las dimensiones de la Idoneidad Didáctica posibilita evaluar la adecuación y pertinencia de la acción pedagógica, de los conocimientos pretendidos y de los recursos didácticos adoptados por el profesor en su práctica (Godino, 2009; Godino *et al.*, 2013; Godino *et al.*, 2023).

CUADRO 1: Dimensiones de la Idoneidad Didáctica.

Idoneidad epistémica	Grado de representatividad del significado pretendido o implementado en un proceso de estudio respecto al significado institucional de referencia.
Idoneidad cognitiva	Proximidad del significado institucional pretendido o implementado con el significado personal previo de los estudiantes.
Idoneidad interaccional	Interacción entre profesor y alumnos y su secuenciación orientada a la comprensión y negociación de significados.
Idoneidad de la mediación	Utilización de recursos tecnológicos y gestión del tiempo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
Idoneidad afectiva	Grado en que el proceso tiene en cuenta el estado afectivo (actitudes, emociones, intereses) de cada alumno en relación con los objetos matemáticos.
Idoneidad ecológica	Grado de adecuación del proceso de estudio al proyecto educativo, al centro escolar, a la sociedad y al entorno en el que se desarrolla.

Fuente: Adaptado de Godino (2009) e Godino *et al.* (2013).

Formación de profesores de matemáticas

En la actualidad, el conocimiento del profesor y su formación constituye una de las líneas de investigación más amplias y productivas en Educación Matemática y resaltan el carácter multidimensional del conocimiento del

profesor, proponiendo diferentes modelos para describirlo. En este trabajo se utiliza el modelo de Conocimiento Didáctico-Matemático (CDM) propuesta em el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS) propuesto por Godino (2009), Godino et al. (2017) y Pino-Fan y Godino (2015).

De acuerdo a dicho modelo, en la formación inicial del profesorado es importante contemplar tanto el proceso de estudio de los conceptos matemáticos/estadísticos (comunes y avanzados) como el conocimiento didáctico. Según Godino et al. (2017), la planificación, desarrollo y evaluación en la formación del profesorado en Didáctica de la Matemática debe contemplar las siguientes seis facetas:

- Epistémica: conocimiento especializado del contenido que permite identificar y relacionar los diferentes significados de un objeto matemático, para resolver cada tarea con diferentes procedimientos, proporcionar justificaciones adecuadas e identificar los conocimientos implicados en la resolución de una tarea matemática.
- Cognitiva: conocimiento del aprendizaje, dificultades, estrategias de resolución de problemas y razonamiento de los estudiantes en cada tema particular.
- Afectiva: comprensión de los aspectos afectivos, emocionales, actitudinales y creencias de los estudiantes.
- Interaccional: capacidad de establecer las interacciones en la clase para facilitar el aprendizaje.
- Mediacional: conocimiento de los recursos (libros, tecnología, etc.) que pueden ser útiles para desarrollo de la comprensión del tema y capacidad para gestionarlos.
- Ecológica: habilidad para relacionar el contenido con otros objetos matemáticos, otras materias y con la sociedad.

Dentro de estas dimensiones de la Idoneidad Didáctica, analizaremos las dimensiones ecológica y mediacional como forma de profundizar la discusión sobre la acción formativa dirigida a los futuros profesores, lo que sería inviable por el límite de espacio para todas las dimensiones. Optamos

por discutir estas dos dimensiones ya que, en este período de pandemia Covid-19, el sistema educativo necesitaba adaptarse para atender a las demandas sociales, económicas y de preservación de la vida. La nueva configuración del aula, no presencial, exigía repensar el currículo, los espacios educativos y la interacción, mediados por las tecnologías digitales.

La dimensión ecológica de la formación del profesor se consigue a través de prácticas pedagógicas que incluyen la innovación, la interdisciplinariedad, el desarrollo del pensamiento crítico y los valores democráticos a través de conceptos estadísticos. Permite identificar los elementos del currículo abordados mediante: la realización de las actividades propuestas (orientaciones curriculares); la explicitación de las conexiones que se pueden establecer con otros conceptos propios de la Estadística (conexiones interdisciplinarias) o de otras disciplinas de la asignatura (conexiones interdisciplinarias); y la identificación de los factores sociales, materiales o de otra índole que condicionan la realización de la actividad al desarrollo del proyecto educativo pretendido o implementado (Godino, 2009).

De acuerdo a Godino et al. (2013), en un programa de formación de profesores, la componente ecológica debe contemplar los siguientes componentes e indicadores:

- a. Adaptación al currículo: los contenidos, su implementación y evaluación se corresponden con las directrices curriculares.
- b. Apertura hacia innovación didáctica: Innovación basada en la investigación y la práctica reflexiva - integración de nuevas tecnologías (calculadoras, ordenadores, TIC, etc.) en el proyecto educativo.
- c. Adaptación socio profesional y cultural: los contenidos contribuyen a la formación socio-profesional de los estudiantes.
- d. Educación en valores: se contempla la formación en valores democráticos y pensamiento crítico.
- e. Conexiones intra e interdisciplinarias: los contenidos se relacionan con otros contenidos intra e interdisciplinarios.

A su vez, en la dimensión mediacional del conocimiento didáctico-matemático, es necesario que el profesor conozca las potencialidades y limitaciones de los recursos digitales manipulables y tecnológicos para el aprendizaje y desarrolle habilidades para la gestión del tiempo de enseñanza, así como para integrar estos recursos en el tiempo (Godino et al., 2013). El uso de herramientas tecnológicas digitales, más aún en tiempos de enseñanza a distancia, se torna indispensable, para garantizar el desarrollo de las actividades pedagógicas. Estos recursos fueron el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), foro, chat, video clases- y la comunicación entre los alumnos y entre ellos y el profesor -correo electrónico, redes sociales, conferencias web, entre otros.

A este respecto, se destacan los siguientes indicadores de la idoneidad mediacional en el trabajo de Godino et al. (2013):

- Recursos materiales: se usan materiales que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones adaptadas al contenido pretendido.
- El número y la distribución de los alumnos permite llevar a cabo la enseñanza pretendida con horario adecuado.
- El tiempo (presencial y no presencial) es suficiente para la enseñanza pretendida: se dedica suficiente tiempo a los contenidos más importantes del tema y de más dificultad de comprensión

La enseñanza de la Estadística mediada por proyectos, teniendo en cuenta los indicadores de idoneidad mediacional, puede favorecer la ampliación de los conocimientos de los futuros profesores respecto al componente ecológico.

Enseñanza de la estadística basada en proyectos

Este artículo tiene como objetivo analizar un proceso de formación de futuros profesores de Estadística de Educación Básica a través de la metodología de proyectos, en la enseñanza no presencial. Esta metodología ha

sido defendida por varios investigadores en el campo de la Enseñanza de la Estadística. La enseñanza y el aprendizaje basados en proyectos (Batanero; Díaz, 2011; Giordano; Kian, 2020; Macgillivray; Pereira-Mendoza, 2011), los Ciclos Investigativos (Cazorla; Silva Júnior; Santana, 2018; Wild; Pfannkuch, 1999), Modelización Matemática (Campos; Wodewotzki; Jacobini, 2011), Proyectos de Aprendizaje (Porciúncula; Samá, 2014; Samá; Fonseca, 2019) son algunas de las nomenclaturas adoptadas para esta metodología. Todos estos autores son unánimes en defender que la participación en la planificación de una actividad de investigación, desde la elección de un tema hasta el análisis y discusión de los datos, permite a los alumnos apropiarse de conceptos y procedimientos estadísticos.

La enseñanza basada en proyectos se justifica ya que la Estadística es inseparable de sus aplicaciones y útil para resolver problemas en otras áreas del conocimiento. Según Batanero y Díaz (2011, p. 21-22) "la estadística es la ciencia de los datos y los datos no son números, sino números en un contexto". Este tipo de enseñanza permite a los alumnos ir más allá de los conocimientos técnicos de la estadística, es decir: reflexionar sobre el tema investigado y sobre los conocimientos estratégicos (Batanero; Díaz, 2011); obtener datos de una población o muestra; seleccionar variables cuantitativas o cualitativas a considerar en la investigación; elegir el tipo de gráfico más adecuado para organizar los datos; definir las medidas estadísticas más apropiadas, por ejemplo, media, mediana y desviación típica; y, finalmente, interpretar los resultados obtenidos.

La enseñanza basada en proyectos es una metodología apropiada en la asignatura de Análisis Exploratorio de Datos (AED), ya que permite ir más allá de la Estadística Descriptiva, es decir, de la descripción, resumen y presentación de datos. Según Batanero y Godino (2001), el AED tiene las siguientes características:

- posibilidad de generar situaciones de aprendizaje relacionadas con temas de interés para el alumno a partir de un proyecto en el que se

recogen datos, tomados de internet, o bien obtenidos mediante un experimento o una encuesta;

- utilización de múltiples representaciones de los datos como forma de desarrollar nuevos conocimientos y perspectivas, lo que coincide con la importancia de la representación gráfica en los nuevos diseños curriculares;
- análisis de datos utilizando sólo nociones matemáticas muy elementales y procedimientos gráficos fáciles de realizar y comprender, lo que facilita a los alumnos la realización del proyecto.

La elección del tema de estudio puede ser muy motivadora para el alumno, que, a través de la investigación, puede encontrar más fácil la comprensión de los conceptos estadísticos y mejorar sus actitudes hacia la materia (Mcgilliwray; Pereira-Mendoza, 2011). Cuando el profesor de Estadística, en una licenciatura, adopta la enseñanza basada en proyectos, permite a los futuros profesores comprender los conceptos estadísticos en situaciones prácticas (Samá; Amorim, 2020).

Según las autoras, la enseñanza por proyectos permite adoptar recursos didácticos que ayudan a los futuros profesores a comprender las etapas de la investigación estadística, así como la gestión de programas informáticos y la organización del tiempo de enseñanza y de los recursos disponibles (idoneidad mediacional). También contribuye a la comprensión de los conceptos y procedimientos implicados en cada una de las etapas de la investigación (faceta e idoneidad epistémica). A su vez, el conocimiento curricular del profesor permite articular el tema de investigación con otras áreas de conocimiento, con el contexto social y profesional próximo a los alumnos y con los propios contenidos de Estadística; también implica una apertura a la innovación (faceta e idoneidad ecológica).

En este sentido, Barberino y Magalhães (2016), al desarrollar la propuesta de enseñanza basada en proyectos, destacan que el diálogo establecido entre profesor y alumno, y entre los propios alumnos, proporcionó ricos momentos de reflexión y construcción del conocimiento estadístico, abarcando

las dimensiones cognitiva e interaccional del conocimiento e idoneidad didáctica del profesor. Por otro lado, los autores señalan que "muchos alumnos no eran conscientes de cómo se obtenían los datos para poder extraer conclusiones adecuadas." (Barberino; Magalhães, 2016, p. 1240).

Experimentar, ya en su formación, el potencial y las limitaciones de estos recursos en la organización e interacción pedagógicas puede ayudar mucho a los estudiantes universitarios en su formación. A partir de esta comprensión, tomamos como punto de partida para la enseñanza de conceptos estadísticos una actividad que involucra la metodología de proyectos. Esta elección busca promover la construcción de conceptos estadísticos por los futuros profesores de matemáticas, a partir de las dimensiones de la Idoneidad Didáctica y, por lo tanto, del conocimiento del profesor. En el mismo sentido, Godino et al. (2013) enfatizan que el saber enseñar del profesor implica una articulación entre el saber didáctico y el saber matemático/estadístico a tener en cuenta en su proceso de formación.

Todas estas razones nos llevaron a organizar la formación de futuros profesores utilizando la metodología del proyecto. Esperábamos que los alumnos reconociesen el origen y la importancia de los datos, los términos y las aplicaciones de los conceptos estadísticos, para que fuesen capaces de interpretar y tomar decisiones basadas en información estadística. A continuación presentaremos la metodología del proyecto y su imbricación con el marco teórico aquí descrito.

Enfoque metodológico

Este trabajo es el resultado de una investigación cualitativa que tiene como objetivo analizar la formación de los futuros profesores de Estadística de la Educación Básica a través de la metodología de proyectos. La recolección de datos se realizó directamente en el ambiente donde ocurrió el fenómeno, lo que caracteriza el estudio como naturalista o de campo, y se hizo por medio de la investigación-acción (Fiorentini; Lorenzato, 2012).

En 2020, con la pandemia del Covid-19, se adoptó el distanciamiento social para evitar la propagación del Sars-CoV-2. Esto requirió la reorganización de las actividades académicas; por esta razón, el curso de Análisis Exploratorio de Datos se llevó a cabo a distancia y los datos se recogieron en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) del curso, Moodle.

Esta asignatura fue ofrecida en el primer semestre de la carrera de Matemáticas en una universidad federal del sur de Brasil por el primer autor de este artículo. El curso abarcó conceptos básicos de estadística, tipos de variables, muestreo, presentación y organización de datos en tablas y gráficos, medidas estadísticas y las fases de la investigación cuantitativa.

Veintiséis alumnos completaron el curso, que se desarrolló a lo largo de 12 semanas de clases a distancia. Los alumnos tuvieron acceso al material del curso, que consistió en: un libro electrónico de libre acceso con los conceptos del curso; lecciones en vídeo grabadas por el profesor y otros colegas, disponibles en un canal de Youtube®; directrices para la realización y publicación de actividades asíncronas individuales y colectivas; cuestionarios y foros en línea; y grabación de actividades síncronas.

A lo largo del curso, el formador de profesores presentó la propuesta didáctica basada en proyectos para que los alumnos pudieran experimentar en la práctica todas las fases de la investigación cuantitativa. Según Batanero y Díaz (2011), el trabajo por proyectos en el aula de estadística requiere que el profesor organice y gestione el proceso, guiando a los alumnos en la construcción de tablas y gráficos adecuados al tipo de variable, el cálculo de medidas estadísticas, la mejora de la capacidad de argumentación, la formulación de conjeturas y el desarrollo de la creatividad.

Para analizar los datos producidos - registros escritos disponibles en el ambiente de aprendizaje virtual de la disciplina-, utilizamos los principios del Análisis de Contenido de Hsieh y Shannon (2005), según el enfoque dirigido. En este enfoque, el investigador utiliza la teoría existente para definir las categorías a priori - en nuestro caso, las dimensiones de la Idoneidad Didáctica (GODINO, 2009, 2011).

Análisis de la experiencia de la formación del profesorado a la luz de la Idoneidad Didáctica

La metodología del proyecto fue adoptada en la asignatura Análisis Exploratorio de Datos para contribuir a la construcción de conceptos estadísticos a través de la investigación, de acuerdo con las dimensiones de Idoneidad Didáctica. En este artículo, presentamos dos categorías de análisis, que discutiremos a continuación: la dimensión ecológica y la dimensión mediacional. Trabajos anteriores (Samá; Amorim, 2021) han analizado las dimensiones epistémica y afectiva de este mismo proceso de estudio.

Cada etapa de la investigación se organizó según la propuesta de Batanero y Díaz (2011), que consiste en la elección del tema; el diseño de los ítems del cuestionario; la recogida de datos; la organización, análisis e interpretación de los datos; y la redacción final. En cada uno de estos pasos, los estudiantes debían considerar varios aspectos, como: qué pretendían investigar; cómo medir o preguntar; qué datos necesitaban; cómo se obtendrían y analizarían los datos. A partir de las respuestas a estas preguntas, los estudiantes de licenciatura, con la ayuda del profesor, organizaron los pasos para llevar a cabo la investigación en la disciplina de Análisis Exploratorio de Datos de la licenciatura de Matemáticas.

Dimensión ecológica

En primer lugar, creemos que el trabajo por proyectos puede contribuir a la adaptación de los futuros profesores a la sociedad y a la vida profesional. Teniendo en cuenta el contexto en el que se desarrollaba la asignatura, propusimos a los futuros profesores la elección de temas de investigación centrados en la pandemia del Covid-19. La clase eligió tres temas sobre el impacto de la pandemia en la vida de las personas, más concretamente: (1) las relaciones interpersonales entre familiares y amigos; (2) la salud

emocional y física; (3) y los estudios. La posibilidad de trabajar con estos temas acercó la disciplina y los conceptos estadísticos al contexto que viven los futuros profesores y la sociedad, lo que cumple uno de los aspectos señalados en la dimensión ecológica.

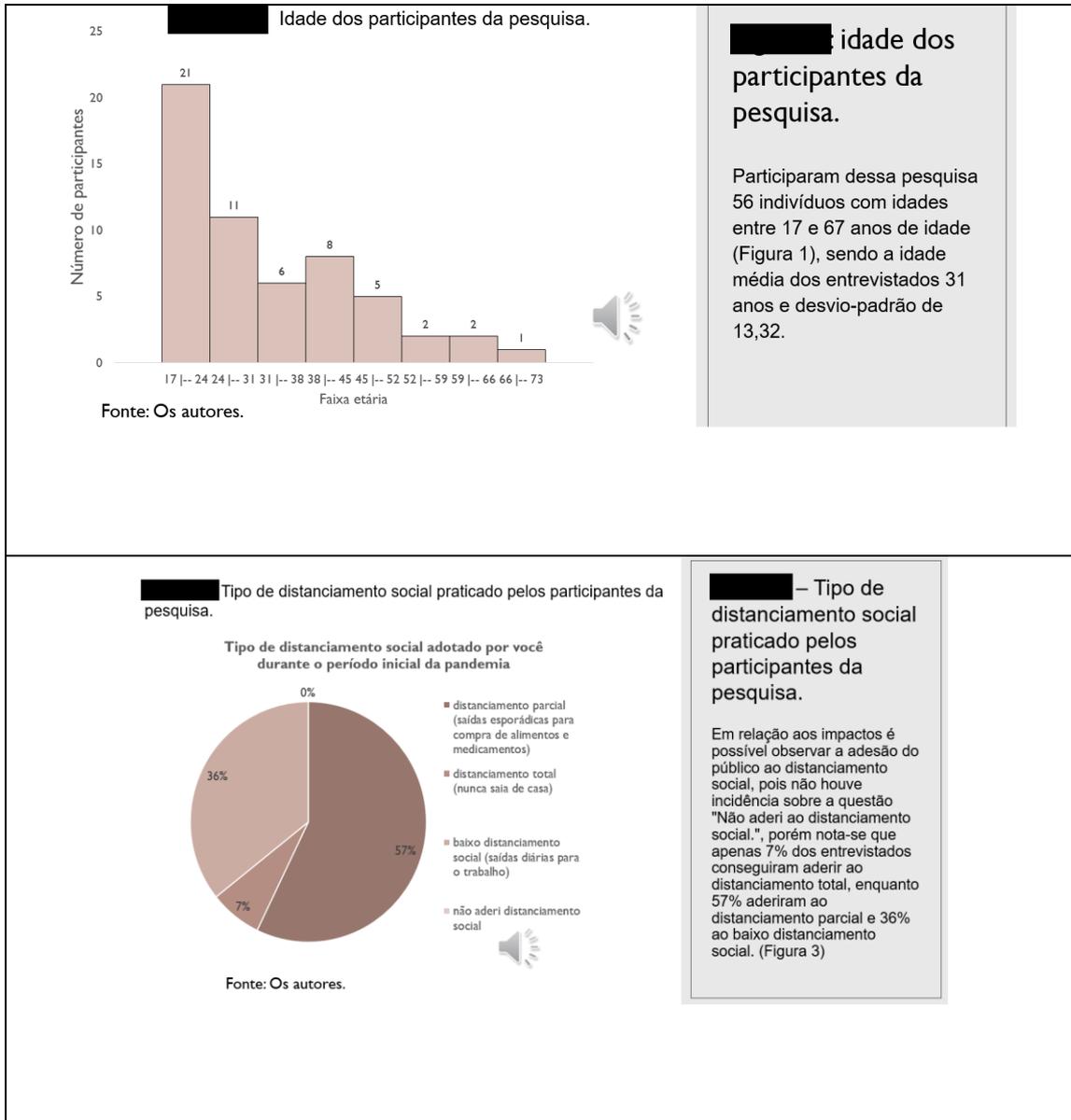
Otro aspecto de la dimensión ecológica se refiere a la conexión interdisciplinar, más concretamente, a la competencia en la búsqueda, selección y adaptación de buenas prácticas que impliquen el uso del contexto real y la interdisciplinariedad (Godino et al., 2013). Es importante destacar que, para que la interdisciplinariedad ocurra efectivamente, es necesario que las actividades integren las diferentes áreas de conocimiento con un objetivo común si la propuesta pedagógica de la escuela prevé la elección de un tema para ser trabajado en todas las disciplinas, de modo que, aunque cada una aborde el tema sólo en su contexto, la actividad será multidisciplinar, no interdisciplinar.

Según Samá y Amorim (2020, p. 117), "el conocimiento curricular del profesor posibilita la articulación del tema de investigación con otras áreas del conocimiento, así como con los contenidos de otras disciplinas." En este sentido, el futuro docente, al ejercer la docencia, puede trabajar en el proyecto de investigación en colaboración con otros profesores de la escuela. La experiencia realizada permitió establecer relaciones intracurriculares e interdisciplinarias. A medida que los futuros profesores experimentaron las etapas de la investigación, vieron las conexiones y relaciones entre las medidas estadísticas y las representaciones gráficas, cómo se complementan y permiten comprender el fenómeno investigado. Por ejemplo, reconocieron las medidas estadísticas más apropiadas para las preguntas de la escala Likert del cuestionario, los gráficos más adecuados para la variable sociodemográfica y otros ítems, y el método de muestreo adoptado, teniendo en cuenta que el cuestionario se puso a disposición en las redes sociales, debido al distanciamiento social.

A su vez, la interdisciplinariedad fue posible a partir de la investigación realizada por los alumnos para elaborar los ítems del cuestionario sobre los tres temas elegidos por los estudiantes. Así, varios aspectos de otras áreas del conocimiento - como Medicina, Psicología, Educación Física, Pedagogía - necesitaron ser considerados en relación a los impactos del sedentarismo causado por la mayor permanencia de las personas en casa y por el cierre de gimnasios y parques, por las crisis de depresión y ansiedad, por la reorganización de los estudios en otros horarios y espacios exigidos por la educación a distancia, por el alejamiento de las personas de su vida social, entre otras razones.

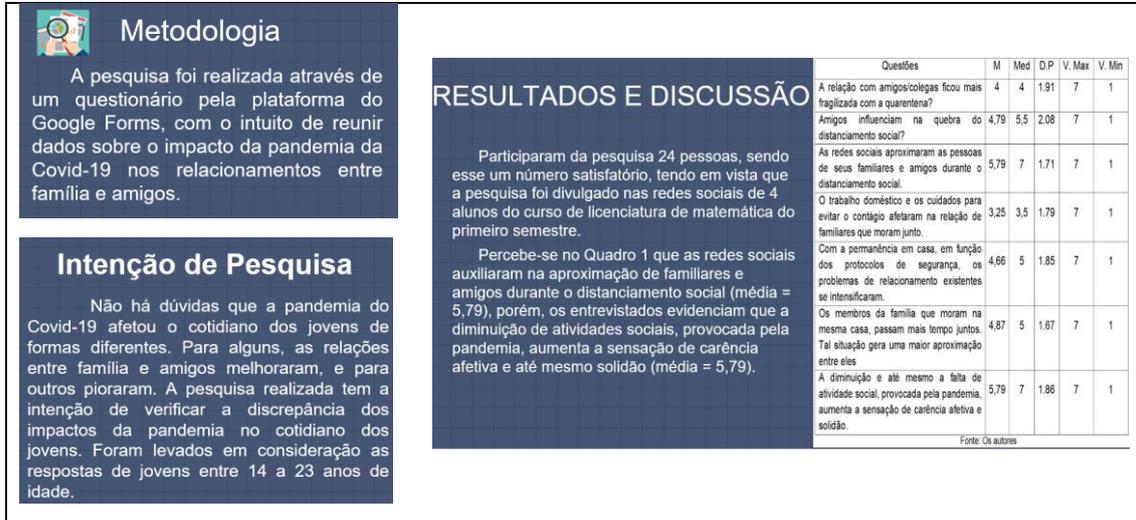
La enseñanza basada en proyectos también permitió un componente de innovación didáctica, ya que la experiencia se basó en la investigación y la práctica reflexiva y las nuevas tecnologías se integraron en el proceso didáctico. Estas y otras cuestiones se debatieron con los futuros profesores a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación, lo que difícilmente habría sido posible sólo con la realización de ejercicios ya preparados. Las figuras 1 y 2 muestran algunas de las opciones elegidas por los futuros profesores para presentar los resultados de la investigación.

FIGURA 1: Gráficos e medidas estatísticas do questionário sobre as repercussões de la pandemia de Covid-19 en la salud física y emocional



Fuente: Material disponible en el VLE del curso de Análisis Exploratorio de Datos.

FIGURA 2: Metodología, intención de la investigación, resultados y discusión del cuestionario sobre las repercusiones de la pandemia Covid-19 en las relaciones con la familia y los amigos



Fuente: Material disponible en el VLE del curso de Análisis Exploratorio de Datos.

La propuesta metodológica de la disciplina permitió la adaptación al currículo, ya que los contenidos desarrollados en los proyectos corresponden a las directrices curriculares. Magalhães (2015), al trabajar con proyectos con futuros profesores, informa que la mayoría de los estudiantes de pregrado señalaron que la realización del proyecto ayudó en la comprensión del concepto de variabilidad e indicaron tener una mejor comprensión de la utilidad de la Estadística. Por lo tanto, la enseñanza basada en proyectos no sólo acerca los conceptos estadísticos a la realidad del estudiante, sino que también ayuda en la comprensión de estos conceptos, ya que la Estadística es una herramienta muy útil para los estudiantes, ya que:

se centra en los números en contextos que constituyen los datos de un proceso de investigación; analiza variables y casos, distribuciones y variaciones, así como el papel de la aleatoriedad en el diseño de un estudio y en la interpretación de los resultados (D'ambrosio; Lopes, 2015, p. 17, nuestra traducción).

Asimismo, permite promover un cambio de actitudes, como observan Barberino y Magalhães (2016, p. 1241, nuestra traducción) al afirmar que "varios alumnos que no se sentían cómodos leyendo gráficos y tablas, después del proyecto, se sintieron más capaces de realizar dichas lecturas." Además, este trabajo colectivo entre los futuros profesores puede ayudar a desarrollar el pensamiento crítico y los valores democráticos a través de conceptos estadísticos, lo que permite cumplir otro aspecto de la dimensión ecológica propuesta por Godino (2009).

En resumen, en la propuesta se trabajaron los diferentes indicadores de idoneidad ecológica. Así, contribuyeron al desarrollo del componente ecológico de los conocimientos de los futuros profesores participantes.

Dimensión mediacional

La faceta mediacional de la formación del profesor y la Idoneidad Didáctica se muestra en el uso de materiales que permiten introducción de buenas situaciones, lenguajes, procedimientos y argumentos adaptados al contenido pretendido. Con la pandemia y, consecuentemente, la enseñanza a distancia, los recursos tecnológicos digitales comenzaron a ser adoptados no sólo como herramienta para la labor didáctica del profesor, sino también como medio de contacto e interacción entre alumnos y profesor. Se utilizó el Entorno Virtual de Aprendizaje (VLE-Moodle) para organizar los conceptos y las lecciones en vídeo, así como para promover la interacción entre el profesor y los alumnos (Figura 3). Además del VLE, se utilizaron recursos como espacios de encuentro y orientación virtual de los alumnos (Google Meet®, Zoom®, MConf®), herramientas para la construcción colectiva del proyecto (Google Docs® y VLE Forum), instrumentos de recogida de datos (Google Forms®), aplicaciones para discutir la relación entre medidas estadísticas e interpretación de gráficos (GeoGebra) y software para determinar medidas estadísticas y organizar datos en tablas y gráficos (Excel®).

FIGURA 3: Entorno virtual de aprendizaje del curso EDA

Fuente: AVA del curso de Análisis Exploratorio de Datos.

El reajuste de la disciplina para la enseñanza a distancia afectó a la organización del tiempo de enseñanza y el trabajo de los alumnos. Así, fue necesario (re)pensar prácticas pedagógicas que dialogaran con estos recursos digitales surgidos o utilizados en este periodo pandémico (HODGES et al., 2020) para permitir el desarrollo de la enseñanza por proyectos y de la disciplina.

El debate sobre los temas a elegir por la clase se realizó en la herramienta Forum del AVA. Allí, los alumnos adjuntaron archivos de artículos científicos para subvencionar su elección y ayudar en la preparación del cuestionario.

Para que los alumnos comprendiesen mejor la práctica de la enseñanza por proyectos, se compartió un artículo en el que Velasque, Barbosa y Silva (2019) presentan una propuesta de investigación con alumnos de los últimos años de la enseñanza primaria. Con el fin de destacar las etapas de la investigación y los procedimientos adoptados, los estudiantes de pregrado respondieron algunas preguntas relacionadas con el estudio en un formulario de Google Forms®.

Los instrumentos de recogida de datos elaborados por los estudiantes también se pusieron a disposición a través de Google Forms® (Figura 4) en

sus redes sociales, teniendo en cuenta el distanciamiento social. En esta etapa, se discutieron con los alumnos los métodos y tipos de muestreo, como se propone en Samá y Silva (2020). Así, a partir de la definición de Godino et al. (2013), la dimensión mediacional fue contemplada en esta fase de la investigación, mediante la adopción tanto de recursos didácticos que ayudaron a los futuros profesores a comprender los conceptos estadísticos involucrados en un proyecto de investigación, como de instrumentos tecnológicos digitales adecuados al contexto de la enseñanza a distancia y del distanciamiento social.

Para la organización y presentación de los datos, los futuros profesores utilizaron no sólo la hoja de cálculo proporcionada en *Google Forms*® para construir los gráficos más adecuados para cada variable (ítem del instrumento), sino también la hoja de cálculo Excel. Esta última también ayudó en el cálculo de medidas estadísticas (como la media, la mediana y la desviación típica). En esta fase, el profesor de la asignatura pudo repasar los conceptos estadísticos trabajados a través de diversos recursos didácticos, como el propio AVA, las lecciones en vídeo (Figura 4) y los debates por conferencia web.

FIGURA 4: Lecciones en vídeo sobre los conceptos estadísticos trabajados en los proyectos



Fuente: Material disponible en el VLE del curso de Análisis Exploratorio de Datos y en Youtube.

Una de las dificultades de la enseñanza a distancia se refiere a la gestión del tiempo por parte de los alumnos. En este sentido, se organizó un cronograma (Cuadro 2) con el período de realización de cada etapa del proyecto de investigación. Como consecuencia de la pandemia de Covid-19 y de la adaptación de los alumnos a esta nueva modalidad de enseñanza, fue necesario modificar el horario. Teniendo en cuenta el número de alumnos matriculados (60) y graduados (26), constatamos que sólo el 43,3% de los alumnos fueron capaces de superar los retos y dificultades derivados de la enseñanza a distancia. La gestión del tiempo de enseñanza, así como la integración entre los recursos tecnológicos de enseñanza y el tiempo, abarca otro aspecto de la dimensión mediacional, según Godino et al. (2013). Experimentar esta flexibilidad del horario de actividades también ayudó a los estudiantes a desarrollar habilidades para gestionar el tiempo para llevar a cabo las actividades de la disciplina y del curso, lo que contribuyó a su formación.

Cuadro 2: Recorte del calendario con las etapas del proyecto de investigación

Etapa	Acciones
2 – Planificación 21 al 30/Oct (c) hasta el 28/Oct (d) 29/Oct. (e) hasta 02/Nov.	(c) Preparar el cuestionario: a partir de la apropiación del tema y de las certezas y dudas, preparar un cuestionario con preguntas cuantitativas y cualitativas en Google Docs® con link disponible en el foro de cada uno de los tres temas elegidos por la clase. (d) Definir los grupos para aplicar el cuestionario. (e) Determinar los participantes: "¿Quién es la población?". Elegir método y tipo de muestreo.

Fuente: Material disponible en el VLE del curso de Análisis Exploratorio de Datos.

Es innegable que aún quedó mucho por afrontar ante el impacto de la pandemia en la comunidad universitaria; sin embargo, según Amaral y Polydoro (2020), ya se aprendieron algunas lecciones. Entre ellas, la mayor capacidad de todos para utilizar los recursos digitales y la adopción de estrategias centradas en el alumno, con flexibilidad ante lo inesperado. Según Chance et al. (2007), la tecnología digital ha sido y seguirá siendo un factor importante para mejorar el aprendizaje de los alumnos en las asignaturas de estadística.

El periodo de pandemia suscitó nuevas reflexiones sobre los métodos y recursos utilizados en el proceso de enseñanza, ya que los profesores necesitaban (re)pensar su práctica pedagógica para promover y posibilitar el aprendizaje de los alumnos.

Conclusión

En este artículo se analiza la idoneidad didáctica de la metodología de proyectos en la enseñanza de la Estadística en el contexto de la pandemia del Covid-19, desde la perspectiva de las dimensiones ecológica y mediacional de la Teoría de la Idoneidad Didáctica con estudiantes de Licenciatura en Matemáticas. La elección de estas dos dimensiones se debió a que las especificidades de la enseñanza no presencial exigieron una nueva configuración de la sala del aula, repensar el currículo, los espacios educativos, mediados por las tecnologías digitales.

En el desarrollo del proyecto de investigación, los futuros profesores tomaron conciencia de las características de cada tipo de gráfico, métodos de muestreo, medidas estadísticas, con el fin de dar sentido y significado a estos conceptos. La organización del material de la disciplina en EVA y las formas de interacción ampliaron el conocimiento de los futuros profesores sobre la inserción de las tecnologías digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

A lo largo del análisis de la propuesta de enseñanza de la Estadística por proyectos, constatamos que las dimensiones mediacional y ecológica fueron contempladas en la disciplina. La primera estuvo garantizada por los recursos adoptados, como libro electrónico, EVA, conferencia web, foro, con el fin de desarrollar la comprensión de los conceptos estadísticos en el contexto elegido por los estudiantes. La segunda fue la posibilidad de relacionar los contenidos estadísticos con otros conocimientos, con otras disciplinas/áreas y con la sociedad mundial. Por la limitación de espacio no se analizaron las otras dimensiones en el presente artículo.

Los alumnos se dieron cuenta de que la Estadística no consiste sólo en aplicar fórmulas y realizar cálculos, sino que es una ciencia que permite explicar e interpretar datos a partir de un proceso de investigación. En este sentido, abogamos por la metodología de proyectos en la enseñanza de conceptos estadísticos para promover el aprendizaje significativo entre los futuros profesores de Matemáticas en la Educación Básica.

Agradecimento:

Proyecto PID2022-139748NB-100 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER, Una manera de hacer Europa).

Referencias

AMARAL, E.; POLYDORO, S. Os desafios da mudança para o ensino remoto emergencial na graduação na UNICAMP –Brasil. *Linha Mestra*, Campinas, v. 14, n. 41A, p.52-62, 2020.

ARTEAGA, P.; BATANERO, C.; CAÑADAS, G. R.; GEA, M. M. Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores mediante el análisis de un proyecto estadístico. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 279-297, 2012.

ARTEAGA, P.; BATANERO, C.; GEA, M. M. La componente mediacional del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores sobre estadística: un estudio de evaluación exploratorio. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 1, n. 1, p. 54-75, jan./abr. 2017.

BARBERINO, M. R. B.; MAGALHÃES, M. N. Aprendizagem de Estatística por meio de projetos no Ensino Médio da escola pública. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 1223-1243, 2016.

BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/IASE study*. [S. l.]: Springer, 2011.

BATANERO, C.; DÍAZ, C. *Estadística con proyectos*. Departamento de Didáctica de la Matemática, 2011. Disponible em: <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>. Acceso em: 10 jan. 2023.

BATANERO, C.; GEA, M. M.; ARTEAGA, P.; CAÑADAS, G. La idoneidad didáctica como recurso en la formación del profesorado para enseñar estadística. *In*: SAUCEDO, A.; DÍAZ-LEVICOY, D. (ed.). *Formación del profesorado para enseñar estadística: retos y oportunidades*. Talca: Centro de Investigación en Educación Matemática y Estadística/Facultad de Ciencias Básicas/ Universidad Católica del Maule, 2022. p. 215-238.

BATANERO, C.; GODINO, J. D. Análisis de datos y su didáctica. *In*: BATANERO, C.; DÍAZ, C. (ed.). *Estadística con proyectos*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, 2001.

Disponível em: <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Apuntes.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.

CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L.; JACOBINI, O. R. *Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

CAZORLA, I. M. Teaching statistics in Brazil. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING STATISTICS, 7., 2006, Salvador. *Proceedings* [...]. Salvador: Intern. Assistant for Statist Education, 2006. p. 1-6.

CAZORLA, I. M.; SILVA JÚNIOR, A. V.; SANTANA, E. R. S. Reflexões sobre o ensino de variáveis conceituais na educação básica. *REnCiMa*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 354-373, 2018.

CHANCE, B.; BEN-ZVI, D.; GARFIELD, J.; MEDINA, E. The role of technology in improving student learning of statistics. *Technology Innovations in Statistics Education*, [S. l.], v. 1, n. 1, 2007. Disponível em: <http://repositories.cdlib.org/uclastat/cts/tise/vol1/iss1/art2>. Acesso em: out. 2011.

D'AMBROSIO, B.; LOPES, C. E. Perspectivas para a Educação Estatística de Futuros Educadores Matemáticos de Infância. *In*: SAMÁ, S. P.; SILVA, M. P. M. (org.) *Educação Estatística: ações e estratégias pedagógicas no ensino básico e superior*. Curitiba: Editora CRV, 2015. p. 17-28.

ENGEL, J. Statistical literacy for active citizenship: a call for data science education. *Statistics Education Research Journal*, Hobart, v. 16, n. 1, p. 44-49, 2017. Disponível em: <https://iase-web.org/ojs/SERJ/article/view/213>. Acesso em: 15 jan. 2023.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção Formação de professores)

GIORDANO, C. C.; KIAN, F. A. O letramento estatístico e os novos desafios para os professores do ensino médio, em tempos de COVID-19. *In*: Oliveira Júnior, A. P.; KIAN, F. A. (org.). *COVID-19: aspectos multidisciplinares: Educação*. Embu das Artes: Alexa Cultural, 2020. v. 1. p. 263-278.

GODINO, J. D. Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión*, [S. l.], n. 20, p. 13-31, 2009.

GODINO, J. D. Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. In: CIAEM-IACME, 13., 2011, Recife. *Anais [...]*. Recife: CIAEM, 2011. p. 1-20.

GODINO, J.; BATANERO, C.; BURGOS, M. Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *Eurasia*, Eastbourne, v. 18, n. 1, p. 1-20, 2023.

GODINO, J. D.; BATANERO, C.; RIVAS, H.; ARTEAGA, P. Componentes e indicadores de idoneidad de programas de formación de profesores en didáctica de las matemáticas. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 46-74, 2013.

GODINO, J. D.; GIACOMONE, B.; BATANERO, C.; FONT, V. Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema*, Rio Claro, v. 31, n. 57, p. 90-113, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/jQy8nXFVBd9wPYY5R38JFYw/?lang=es>. Acesso em: 8 jan. 2023.

GUSSO, H. L.; ARCHER, A. B.; LUIZ, F. B. Ensino superior em tempos de pandemia: diretrizes à gestão universitária. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 41, p. 1-27, 2020.

HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, Washington, 27 mar. 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>. Acesso em: 12 jan. 2023.

HSIEH, H. F.; SHANNON, S. E. Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, [S. l.], n. 15, p. 1277-1288, 2005.

LOPES, C. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. *Cadernos CEDES*, São Paulo, v. 28, n. 74, p. 57-73, 2008.

MACGILLIVRAY, H.; PEREIRA-MENDOZA, L. Teaching statistical thinking through investigative projects. In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. (org.). *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education*. [S. l.]: Springer, 2011. p. 109-120. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-1131-0_14. Acesso em: 10 dez. 2022

MAGALHÃES, M. N. Desafios do ensino de Estatística na Licenciatura em Matemática. In: SAMÁ, S. P.; SILVA, M. P. M. (org.). *Educação Estatística: ações e estratégias pedagógicas no Ensino Básico e Superior*. Curitiba: CRV, 2015. p. 41-54.

MUÑIZ-RODRÍGUEZ, L.; RODRÍGUEZ-MUÑIZ, L. J.; ALSINA, Á. Deficits in the statistical and probabilistic literacy of citizens: Effects in a world in crisis. *Mathematics*, Basel, v. 8, n. 11, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7390/8/11/1872>. Acesso em: 17 dez. 2022.

PINO-FAN, L. R.; GODINO, J. D. Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Paradigma*, Maracay, v. 36, n. 1, p. 87-109, 2015.

PORCIÚNCULA, M.; SAMÁ, S. Teaching statistics through learning projects. *Statistics Education Research Journal*, Hobart, v. 13, n. 2, p. 177-186, 2014. Disponível em: <https://iase-web.org/ojs/SERJ/article/view/289>. Acesso em: 16 nov. 2022

SALCEDO, A., GONZÁLEZ, J. Y GONZÁLEZ, J. Lectura e interpretación de gráficos estadísticos, ¿cómo lo hace el ciudadano? *Paradigma*, Maracay, v. 42, n. 1, p. 61-88, 2021. Disponível em: <http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/1018>. Acesso em: 08 jan. 2022.

SAMÁ, S.; AMORIM, M. É. Dimensão afetiva e epistêmica da idoneidade didática na formação inicial de professores que ensinam Estatística. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 303-332, 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/53804>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SAMÁ, S. P.; AMORIM, M. É. Implementação de projetos na formação inicial de professores para o ensino de Estatística na Educação Básica no Brasil. In: CAMPOS, C. R.; PERIN, A. P. *Investigações Hispano-Brasileiras em Educação Estatística*. Taubaté: Editora Academy, 2020. p. 113-118.

SAMÁ, S. P.; FONSECA, L. Projetos de Aprendizagem sob as lentes da Neurociência Cognitiva: possibilidade para a construção de conceitos estatísticos. *REVEMAT*, Florianópolis, v. 14, p. 1-16, 2019.

SAMÁ, S. P.; SILVA, C. S. *Estatística (vol. I)*. Rio Grande: Editora da FURG, 2020. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/8851>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SOUZA, J. R.; LOPES, C. E. Conhecimentos de professores de Matemática ao ensinarem Estatística. *ReviSeM: Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*, Itabaiana, v. 6, n. 1, p. 65-84, 2021.

VELASQUE, L. S.; BARBOSA, M. T. S.; SILVA, A. S. A pesquisa quanti-ação como ferramenta para o ensino de estatística na educação básica. *REVEMAT*, Florianópolis, v.14, p.1-16, 2019.

VIALI, L. O ensino de estatística e probabilidade nos cursos de Licenciatura em Matemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 18., 2008, Estância de São Pedro. São Paulo: IME/USP, 2008. p. 1-7.

WILD, C.; PFANNKUCH, M. Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, [S. l.], v. 67, n. 3, p. 223-265, 1999.

Recibido en julio de 2023.

Aprobado en octubre de 2023.