



Educación matemática

ISSN: 0187-8298

ISSN: 2448-8089

Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la
Educación Matemática A.C.; Universidad de Guadalajara

Cujba, Andreea; Pifarré, Manoli

Relaciones entre el aprendizaje de la estadística y las actitudes del
alumnado en el marco de un proyecto de análisis de datos con tecnología

Educación matemática, vol. 35, núm. 2, 2023, pp. 196-225

Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la
Educación Matemática A.C.; Universidad de Guadalajara

DOI: <https://doi.org/10.24844/EM3502.08>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40576230009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UDEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Relaciones entre el aprendizaje de la estadística y las actitudes del alumnado en el marco de un proyecto de análisis de datos con tecnología

Relationships between statistical performance and student attitudes in the framework of a data analytics project with technology

Andreea Cujba,¹ Manoli Pifarre²

Resumen: Estudios previos respaldan la influencia de las actitudes en el aprendizaje de la estadística. Otras investigaciones demuestran cómo el uso de intervenciones educativas innovadoras mejora estas actitudes y el aprendizaje. En el marco de un proyecto internacional, este artículo presenta los resultados de una intervención educativa sobre análisis de datos basada en la resolución de problemas, de forma colaborativa y con tecnología, para: 1) estudiar si mejora el aprendizaje del contenido sobre estadística y 2) si existe una relación positiva entre las actitudes hacia la estadística y el rendimiento académico. Para ello, y en el contexto de una investigación cuasi-experimental más amplia que demostró mejora en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística, se ha llevado a cabo un estudio de caso. La muestra está formada por 110 estudiantes españoles de Educación Secundaria. Los resultados del estudio confirman que la metodología de enseñanza basada en proyectos que incluyen análisis de datos, uso de tecnología y trabajo colaborativo, tiene una incidencia positiva en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística y el rendimiento.

Fecha de recepción: 13 de mayo de 2022. **Fecha de aceptación:** 23 de febrero de 2023.

¹ Universitat de Lleida (Departamento de Psicología), andreea.cujba@udl.cat, orcid.org/0000-0002-1964-7782.

² Universitat de Lleida (Departamento de Psicología), manoli.pifarre@udl.cat, orcid.org/0000-0002-4271-4824.

Palabras clave: *educación secundaria, análisis de datos, actitudes, aprendizaje basado en proyectos, estadística con tecnología.*

Abstract: Previous educational research claims the impact of students' attitudes toward learning on academic performance and, specifically, on learning statistics. Other educative researches have shown how the use of innovative educational interventions could improve these attitudes and learning. In the framework of an international project, this paper reports students' results after their participation in an innovative educational intervention about data analytics based on problem solving, collaborative work and technology. The aim of the study is twofold: (1) study if the educative intervention improves students' performance and (2) if there is a positive relationship between students' attitudes towards statistics and their statistical performance. In order to reach these aims, in the context of a larger quasi-experimental research that it has already reported improvement on the students' attitudes, towards statistics, a case study has been carried out. 110 Spanish secondary education students (13/14-year-old) participated in this study. The results confirm that those projects that embed data analytics, technological tools and collaborative learning have a positive impact on students' attitudes towards statistics and performance.

Keywords: *secondary education, data analytics, attitudes, project-based learning, statistics with technology.*

1. INTRODUCCIÓN

A través del uso de las tecnologías digitales se generan a diario grandes cantidades de datos, con un destacable potencial que, podrían mejorar la calidad de vida en múltiples aspectos. No obstante, si la ciudadanía no recibe la educación necesaria para saber comprender esos datos y cómo convertirlos en conocimiento y acciones, estos no tendrán ninguna utilidad. El análisis y la comprensión de los datos está vinculada a la alfabetización estadística y a análisis. Por consiguiente, muchos autores defienden la necesidad de enseñar estadística, con un enfoque de análisis de datos, para empoderar al alumnado con las estrategias precisas para analizar y argumentar con datos la realidad que nos rodea. De esta manera, los estudiantes serán futuros ciudadanos competentes para el mundo actual,

capaces de seguir un proceso de investigación, solucionar problemas y tomar decisiones cabales y respaldadas por el análisis de datos (Díaz-Levicoy *et al.*, 2019).

Por otro lado, la investigación educativa realizada hasta la fecha, pone de manifiesto la influencia que tienen las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje en general (López-Aguilar *et al.*, 2021). Concretamente, las actitudes positivas favorecen mejores resultados y un aprendizaje más significativo en el ámbito de las matemáticas y la estadística (Kharuddin y Ismail, 2017; Albelbisi y Yusop, 2018; Muñoz *et al.*, 2018; Dowker *et al.*, 2019; Rodríguez-Santero y Gil-Flores, 2019; Silva y Sousa, 2020). Entendemos por actitudes aquellos sentimientos profundos y reacciones emocionales relativamente estables hacia una asignatura, que surgen de las experiencias –positivas o negativas– vividas a lo largo del tiempo durante el aprendizaje de la materia (Comas *et al.*, 2017; Tuohilampi, 2016). Desde el punto de vista psicológico, se define “actitud” como un rasgo de las personas que influye directamente en su comportamiento (Di Martino y Zan, 2015). Es relevante que el alumnado desarrolle actitudes positivas hacia la estadística para aumentar su interés en los contenidos de esta asignatura. Una propuesta para mejorar las actitudes es la implementación de intervenciones educativas innovadoras. Se aconseja hacer la transición desde la enseñanza tradicional (clases centradas en el docente y rol pasivo del alumnado) a un mayor uso de métodos que incluyan variables educativas, como: I) aprendizaje centrado en el alumnado; II) uso de nuevas tecnologías; III) aprendizaje colaborativo y IV) aprendizaje por proyectos y resolución de problemas reales. Estas variables educativas no solamente mejoran las actitudes del alumnado, sino que, a la vez, estimulan el proceso de aprendizaje. Chew y Dillon (2014) indican la necesidad de realizar más estudios que innoven e implementen métodos para la enseñanza de la estadística, con el enfoque de análisis de datos, tecnología y aprendizaje basado en proyectos.

Intervención innovadora para un mayor aprendizaje

Seguidamente, se aportan las evidencias científicas destacadas por la investigación educativa, en relación a los beneficios del uso de tecnologías en la enseñanza y aprendizaje de estadística. Respecto a las metodologías innovadoras que promueven el uso de tecnología, nos centraremos en el aprendizaje por proyectos y en el trabajo colaborativo que, son las que caracterizan la intervención estadística del presente estudio.

Primero, en nuestro estudio, fomentamos el uso de la tecnología que se ha extendido cada vez más en las aulas. Concretamente, se emplean cada vez más en las clases de estadística como una herramienta mediadora y promotora del aprendizaje de estrategias de resolución de problemas. En el presente estudio se ha utilizado el software libre CODAP (plataforma común de análisis de datos en línea, disponible en <http://codap.concord.org>) para la resolución colaborativa de un reto estadístico vinculado a la vida real del alumnado de secundaria. CODAP permite manipular los datos de forma visual para explorar las relaciones entre datos, de forma sencilla e intuitiva. Arrastrando y soltando un grupo de datos concreto encima del gráfico, obtenemos su visualización. Gonzalez y Trelles (2019) y Kazak *et al.* (2014) aportan evidencias de cómo las características de las tecnologías como CODAP o TinkerPlots inciden en la mejora del aprendizaje y actitudes del alumnado. Algunas de las características que destacan de estas tecnologías, son: a) facilitadoras de actividades de modelado (hacer preguntas y analizar situaciones que podrían ser reales, a través de las matemáticas), b) mediadoras del pensamiento conceptual para investigar sucesos de probabilidad e identificar patrones, c) ayudan a mejorar la intuición sobre representación y análisis de datos, y d) facilitan la creación de gráficos. En ambos estudios, el alumnado de educación secundaria, ha aumentado su motivación y ha mejorado la comprensión de la estadística y matemáticas. En la misma línea, Bray y Tangney (2017) ponen de manifiesto que las tecnologías contemporáneas incentivan la colaboración y facilitan un aprendizaje interactivo y contextualizado de las matemáticas a través de la visualización, el modelado y la manipulación. Además, como la tecnología ofrece de forma inmediata instrucciones y retroalimentación, consigue atraer la atención y el interés del alumnado (Attard y Holmes, 2020).

Otros trabajos de investigación apuntan que la tecnología facilita la implementación de tareas constructivistas basadas en la investigación: colaboración, resolución de problemas, poner al alumnado en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y la práctica de aprender haciendo –*learning by doing*– (Bray y Tangney, 2017; Attard y Holmes, 2020).

Segundo, el presente estudio también promueve el aprendizaje basado en proyectos (ABP, en adelante), metodología caracterizada por la introducción de las siguientes variables educativas: aprendizaje centrado en el alumnado, contenido contextualizado, trabajo dividido en fases de investigación, trabajo colaborativo, y resolución de problemas (Haatainen y Aksela, 2021). Özdemir *et al.* (2015) enfatizan que el ABP ha mejorado el rendimiento de un grupo-clase en el contexto de

un proyecto realista de matemáticas, al ser comparado con un grupo control. El alumnado del grupo experimental percibe el proyecto como una actividad divertida que les enseña a trabajar en grupo. En cambio, el grupo control manifiesta que el aprendizaje les resulta aburrido y difícil. En esta misma línea argumental, Batanero y Díaz (2011) defienden la enseñanza de la estadística a través del ABP, siguiendo estas tres indicaciones para la implementación de proyectos: 1) que sean realistas –contextualizar los datos–, 2) abiertos y 3) adaptados al nivel del alumnado. Para que el alumnado otorgue significado a los datos, estos deben proporcionar información sobre un problema. Para solucionar el problema, seguir las siguientes fases de una investigación estadística facilita el trabajo al alumnado: planteamiento de un problema, decisión sobre los datos a recoger, recogida y análisis de datos, conclusiones sobre el problema planteado.

Tercero, el aprendizaje colaborativo es otro aspecto clave que presentamos. Son varios los estudios experimentales que aportan evidencias de que el trabajo en grupo pequeño es más efectivo que el individual y mejora las actitudes y el aprendizaje de las matemáticas: el alumnado aprende a comunicarse de forma asertiva, percibe las clases como más divertidas y motivadoras, gana autonomía, y aprende estrategias de colaboración (Özdemir *et al.*, 2015; Moreno-Guerrero *et al.*, 2020). Pai *et al.* (2015) también aporta evidencias en su meta-análisis de 124 estudios empíricos, en los que la eficacia y el impacto del aprendizaje colaborativo en pequeños grupos sale ganando frente al aprendizaje individual o competitivo.

Aunque el aprendizaje colaborativo es uno de los aspectos que promueve el aprendizaje por proyectos, en este estudio defendemos un trabajo más explícito de las normas de trabajo grupales. Cuando se habla de aprendizaje colaborativo en el contexto de un aprendizaje por proyectos, se define normalmente como la resolución de tareas complejas en la que un grupo pequeño de estudiantes comparte un mismo objetivo (Lyons *et al.*, 2021; Fredriksen, 2021). Consideramos que no es suficiente esta organización del alumnado por grupos de trabajo para que el trabajo colaborativo sea eficaz, sin enseñarles antes una serie de normas y pautas. De hecho, autores como Lyons *et al.* (2021) señalan la necesidad de enseñar al alumnado estrategias de colaboración. En la misma línea, para un mejor aprendizaje colaborativo, Mercer (2013) señala la importancia de explicitar al alumnado un trabajo basado en procesos de interacción, normas de gestión del grupo y un lenguaje exploratorio. El diálogo exploratorio crea intersubjetividad entre los miembros del grupo porque crean, conjuntamente, nuevos conocimientos y entendimientos. Esto se refleja en la mejora de las

actitudes hacia el aprendizaje ya que facilita la comprensión individual del contenido (Mercer *et al.*, 2019; Gómez, 2016). Kazak *et al.* (2014) apuntan que el diálogo también ayuda a mejorar la organización y la gestión del grupo, a la hora de trabajar contenido de estadística en grupo y con tecnología. En su estudio han enseñado al alumnado las siguientes pautas de comunicación dialógica: I) mostrar interés en lo que piensan los demás; II) tener en cuenta diferentes puntos de vista o métodos alternativos; III) asegurarse que todos los miembros del grupo aportan ideas; IV) pedir argumentos a los compañeros, escuchar las explicaciones y esforzarse en comprender y, V) intentar llegar a un consenso antes de llevar a cabo una acción con el ordenador. En la implementación del presente estudio se han seguido todas estas recomendaciones de Mercer *et al.* (2019) y Kazak *et al.* (2014).

Influencia de las actitudes en el aprendizaje de la estadística

Las actitudes afectan las capacidades cognitivas del alumnado, de manera que unas actitudes negativas dificultan la capacidad de atención. A menudo, una parte del alumnado no es consciente de la relevancia que puede tener la estadística para la toma de decisiones acertadas, en un gran número de situaciones cotidianas. Perciben la estadística como un conjunto de fórmulas y gráficos con escasa aplicación en la vida real y, este hecho dificulta el desarrollo del razonamiento estadístico en estudiantes y adultos ante temas importantes que afectan sus vidas (Ben-Zvi *et al.*, 2018). Por lo tanto, con una actitud positiva hacia el aprendizaje de la estadística, los estudiantes podrían percibir la relevancia de esta materia e intentar mejorar su rendimiento (Silva y Sousa, 2020). Los términos estadística y matemáticas se utilizan indistintamente porque en el origen de las actitudes hacia la estadística hay una fuerte influencia de las actitudes previas desarrolladas hacia las matemáticas en los primeros niveles de aprendizaje, y por ello, suelen ser en el mismo sentido positivo o negativo (Comas *et al.*, 2017; Akbayır, 2019). Además, el alumnado tiene la percepción de que la estadística incluye una gran carga de contenido matemático (Akbayır, 2019).

A través de un meta-análisis, Emmioğlu y Capa-Aydin (2012) han examinado la relación entre las actitudes del alumnado de secundaria hacia la estadística y los resultados obtenidos en los cursos de estadística. Informaron que en la mayoría de los estudios, correlacionan positivamente las actitudes con el rendimiento. En la misma línea, Ajisuksmo y Saputri (2017) detectaron una correlación positiva media y estadísticamente significativa entre las actitudes de alumnado

de educación secundaria hacia las matemáticas y las notas obtenidas en la asignatura. La misma relación positiva media, estadísticamente significativa, la obtuvo Bal (2020) en su estudio sobre contenido de matemáticas, pero con alumnado de educación primaria. Otros estudios han concretado su análisis e indican una relación positiva entre los resultados altos del alumnado en matemáticas y niveles bajos de ansiedad matemática –actitud concreta– (Sahri *et al.*, 2017).

Esta relación, entre actitudes y rendimiento, no solamente se limita al aprendizaje del contenido. También hay evidencia científica de la relación entre las actitudes y la resolución de una prueba evaluativa de matemáticas. Dodeen *et al.* (2014) confirman una relación negativa significativa entre ansiedad matemática y habilidades para afrontar una evaluación o test matemático.

El estudio

Lograr un ambiente propicio para el aprendizaje, es un reto educativo, ya que se requieren dos componentes clave: alumnado con actitud positiva hacia la materia de estudio y seguir métodos de enseñanza innovadores (Silva y Sousa, 2020; Bateiha *et al.*, 2020). A través del presente estudio queremos contribuir a la mejora de los resultados académicos en estadística, haciendo énfasis en estos dos componentes: actitudes del alumnado y una enseñanza basada en la resolución colaborativa de problemas reales con tecnología.

La intervención innovadora, del presente estudio, no se centra solamente en mejorar la alfabetización estadística, sino que pone el foco en la enseñanza de estrategias de análisis de datos. Se trata de una intervención que ofrece una visión práctica de la estadística, vinculada al problema y a la vida real del alumnado. Las estrategias de análisis de datos ayudan a resolver y comprender situaciones reales complejas. El análisis de datos estructura el trabajo en fases y facilita la resolución del problema real planteado, a través de la interpretación de los datos. Se trata de un proceso de exploración de los datos para encontrar patrones entre ellos, sacar conclusiones, tomar decisiones y, finalmente, evaluar las acciones presentes y futuras que se deberían llevar a cabo (Fujita *et al.*, 2018). La intervención de este estudio busca dotar al alumnado de las estrategias necesarias para saber reconocer cuándo se necesitan datos, plantear preguntas que se puedan responder con datos, cómo y de dónde recoger datos, organizarlos para su posterior análisis con herramientas tecnológicas de visualización (con el software CODAP) y aprender a tomar decisiones basadas en los datos, reconociendo la incertidumbre.

Basado en todo lo anterior, nuestro objetivo será estudiar si la intervención educativa diseñada genera una relación positiva entre las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística y el aprendizaje del contenido. En concreto, el estudio pretende corroborar las siguientes hipótesis:

1. La intervención educativa, que tiene por objetivo la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología, tiene un impacto positivo en el aprendizaje individual de estadística.
2. La mejora de las actitudes hacia la estadística se correlaciona positivamente con el aprendizaje individual del contenido de estadística.
3. La mejora de cada uno de los tres factores que forman el cuestionario de actitudes hacia la estadística (ansiedad, aprendizaje de la estadística con tecnología, afecto) se correlaciona positivamente con el aprendizaje individual del contenido de estadística.

2. MÉTODO Y PARTICIPANTES

Las hipótesis se estudiarán siguiendo una metodología de estudio de caso, con una evaluación pre-post y una intervención de larga duración (28 sesiones, 50 minutos/sesión), en un contexto real de clase. En la intervención educativa participó alumnado de 6 clases, formando un total de 110 estudiantes de 2º de Educación Secundaria Obligatoria, con una distribución de género homogénea: 52,7% (58) chicas y 47,3% (52) chicos. Se trata de un centro concertado de titularidad religiosa, de nivel sociocultural medio y con una ratio de alumnado inmigrante baja. La muestra presenta un nivel de rendimiento académico general similar, tal como lo señalan los resultados de la Prueba Nacional de Competencias Básicas. En relación al contenido de estadística, es la primera vez que aprenden una unidad didáctica entera de estadística, ya que en cursos previos habían estudiado principalmente los temas de la probabilidad y el azar. Se analiza la actitud que presenta el alumnado hacia el aprendizaje de la estadística y el aprendizaje que alcanzan durante la intervención.

La muestra forma parte de un proyecto internacional que se titula *Strategic Partnership for Innovation in Data Analytics in Schools* (SPIDAS en adelante), financiado por el programa ERASMUS+ de la Unión Europea. La intervención educativa llevada a cabo en el marco del proyecto SPIDAS se ha centrado en enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística en

secundaria a partir del desarrollo de cuatro ejes didácticos: (a) aprendizaje centrado en el alumnado; (b) aprendizaje basado en proyectos; (c) uso de tecnología como herramienta de pensamiento y de desarrollo de los procesos de resolución de problemas estadísticos y de la toma de decisiones basada en datos, y (d) resolución colaborativa de problemas cotidianos. En un estudio previo (Cujba y Pifarré, en prensa) se realizó un estudio cuasi-experimental, en el que se analizó el impacto de la intervención educativa SPIDAS en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística, comparando un grupo control y un grupo experimental. Los resultados mostraron mejoría significativa en las actitudes del alumnado del grupo experimental y ninguna mejora significativa en las actitudes del grupo control, que siguió una metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional. El presente artículo pretende mediante un estudio de caso, analizar en profundidad si la mejora de las actitudes del alumnado hacia la estadística también puede incrementar el aprendizaje del contenido de estadística. Para ello, la muestra del estudio de caso será el alumnado que ha seguido la intervención SPIDAS. Al no haber grupo control, el presente estudio no es experimental. Según Sığümlü (2021), se trata de un estudio de caso porque el objetivo de la metodología es presentar conclusiones en profundidad para una situación particular. Como se comenta en el artículo de revisión de Chaves y Weiler (2016), concretamente es un estudio de caso intrínseco porque el caso en sí es de interés, pero no es representativo de otros casos ni los resultados son generalizables estadísticamente a toda la población. El grupo analizado se ha elegido por el interés que despertó en un estudio cuasi-experimental previo, al destacar sus resultados por ser mejores que los del grupo control.

3. INSTRUMENTOS

3.1 PRUEBA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE ESTADÍSTICA

La prueba para evaluar el aprendizaje de la estadística empleada, fue creada ad hoc en el seno del proyecto internacional SPIDAS (Anexo 1), con la colaboración de profesores universitarios de matemáticas, especializados en la enseñanza de la estadística.

Se tuvo en cuenta el contenido de la intervención educativa para su elaboración y consta de cinco preguntas complejas que evalúan conceptos fundamentados en el ciclo de análisis de datos y de alfabetización estadística. El ciclo de análisis de

datos implementado en la intervención SPIDAS está formado por seis estrategias clave de análisis de datos (ver figura 1). El “Ciclo de análisis de datos” se basa en el ciclo de investigación estadística PPDAC (Wild y Pfannkuck, 1999), el pensamiento estadístico (Wild *et al.*, 2011) y la inferencia estadística informal (Makar y Rubin, 2009, 2018). En el contexto del proyecto SPIDAS, este ciclo de investigación se utilizó para resolver problemas de la vida real, relacionados con el clima.



Figura 1. Definición de las seis estrategias de la intervención

Fuente: Elaboración propia.

En los cinco problemas estadísticos señalados en el Anexo 1, se pedía al alumnado argumentación estadística, en base a las estrategias de análisis de datos aprendidas durante la intervención educativa. El problema 1 de la prueba se centra en la exploración de los datos, que requiere hacer cálculos y buscar patrones en una situación que podría ser real, de escoger al mejor jugador de básquet teniendo en cuenta sus puntuaciones en los últimos partidos. Se espera que el alumnado calcule la media, la mediana, el rango y la variabilidad. Después, tienen que tomar una decisión y argumentar su conclusión usando los datos como evidencia, y decidir las acciones a seguir. El problema 2 requiere considerar los datos y seleccionar en diferentes situaciones el tipo de variable –cualitativa o cuantitativa– y razonar la elección. El problema 3 presenta un gráfico que compara la duración de las baterías de dos marcas diferentes y pide razonar cuál de las dos marcas es la mejor. Para resolverlo se solicita explorar los datos (visualizar, calcular y buscar patrones), sacar conclusiones expresando incertidumbre y tomar decisiones. Se precisa calcular la media, el rango, la variabilidad y técnicas de conteo (probabilidad). El problema 4 presenta la puntuación

media de dos equipos en salto de longitud y se pide al alumnado escoger de entre cuatro opciones, la verdadera, y razonar la elección. Para solucionar el problema, se debe explorar los datos, sacar conclusiones expresando incertidumbre y conocer el significado de la media estadística. El problema 5 y último, muestra un gráfico que compara las pulsaciones/minuto de dos grupos de personas que habitan en condiciones de vida diferentes. El alumnado debe responder cuál de los dos grupos tiende a tener una frecuencia cardíaca mayor. Para ello, tienen que explorar los datos (visualizar y buscar patrones) y sacar conclusiones, generalizando y expresando incertidumbre. En cuanto a alfabetización estadística, se precisa saber interpretar la media, la mediana, la moda, el rango, la variabilidad, la frecuencia y técnicas de conteo (probabilidad).

En cuanto a la corrección de la prueba, se ha seguido una rúbrica de evaluación con las puntuaciones máximas de cada pregunta segmentadas en variables categóricas. Para facilitar tanto la evaluación del alumnado, como para el análisis estadístico de los datos, cada variable categórica tiene un valor numérico. Por ejemplo, la puntuación máxima de los problemas 3 y 5 podía ser de 3 puntos, por la complejidad de la argumentación estadística que se pedía. En el caso del problema 3, que en un gráfico comparaba dos marcas de baterías para decidir cuál es mejor, se ha valorado con las siguientes puntuaciones: 0 puntos –si solamente escogían una de las dos marcas de baterías sin argumentos estadísticos; 1,5 puntos– si calculan solamente o la media o la desviación estándar (constancia de cada marca), pero no tienen en cuenta ambos cálculos; 3 puntos –si tienen en cuenta tanto las medias de duración de las baterías, como la variabilidad de cada marca, para sacar la mejor conclusión basada en los datos.

Finalmente, la puntuación máxima de la prueba es de 10 puntos y se reparten de la siguiente manera: problema 1 – 1 punto; problema 2 – 1 punto; problema 3 – 3 puntos; problema 4 – 2 puntos; problema 5 – 3 puntos.

3.2 CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA CON USO DE TECNOLOGÍA

Las actitudes hacia la estadística del alumnado se han evaluado a través de un cuestionario adaptado al español y validado de forma exploratoria (Cujba y Pifarré, en prensa) con una muestra de 254 estudiantes españoles de Educación Secundaria. Se formó a partir de cuestionarios previos, haciendo una doble traducción de los ítems originales y siguiendo un proceso de validación entre jueces expertos. El cuestionario (Anexo 2) está formado por 16 ítems pertinentes a 3 factores: Ansiedad (i5, i7, i10, i11, i12), Aprendizaje de estadística con

tecnología (i2, i4, i6, i9, i13, i16) y, Afecto (i1, i3, i8, i14, i15). La escala Likert tiene cuatro opciones: 1=Totalmente en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=De acuerdo, 4=Totalmente de acuerdo.

Los ítems negativos (factor Ansiedad) se invirtieron antes del análisis de datos, de manera que las puntuaciones altas de todos los ítems del cuestionario representan resultados positivos –es decir, actitudes positivas hacia la estadística, bajo nivel de ansiedad hacia la estadística, actitudes positivas hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología y afecto positivo hacia la estadística.

A través del análisis factorial exploratorio, se confirmó una estructura de tres factores –ansiedad, aprendizaje de estadística con tecnología y afecto. Los resultados arrojaron propiedades psicométricas idóneas del cuestionario para la evaluación de las actitudes hacia la estadística con tecnología en alumnado español de educación secundaria. En cuanto al índice de validez de contenido, todos los ítems que forman el cuestionario han obtenido un índice superior o igual a 0,75. Por último, respecto a la consistencia interna que se ha calculado a través del análisis estadístico de Alfa de Cronbach, la correlación entre los 16 ítems ha resultado alta: $\alpha = 0.83$.

4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento experimental constó de tres momentos: (1) antes de la intervención, en el que el alumnado contestó la prueba de evaluación de aprendizaje de la estadística y el cuestionario de actitudes hacia la estadística; (2) en el que el alumnado realizó una intervención educativa orientada a la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología y, (3) después de la intervención, en el que el alumnado contestó de nuevo la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística y el cuestionario de actitudes hacia la estadística. El alumnado contestó ambos instrumentos de evaluación de forma individual: el cuestionario de actitudes a través de un formulario de Google y la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística, en papel.

La intervención educativa del grupo experimental tuvo una duración de 28 sesiones de aula y consistió en la realización de un proyecto estadístico, implicado en la asignatura de matemáticas, para resolver un problema de la vida real sobre cómo influye el tiempo en nuestras actividades cotidianas. El impacto del tiempo y del cambio climático en nuestras vidas es un tema de gran interés y de actualidad y se animó al alumnado a recoger datos reales (de forma directa

y/o en bases de datos), entenderlos e interpretarlos y dar respuestas argumentadas al cambio climático. El alumnado trabajó en pequeños grupos de tres formados al azar y se mantuvieron las mismas agrupaciones a lo largo de las 28 sesiones. Se combinó el trabajo presencial en el aula, con el trabajo fuera del aula. Fuera del aula, los grupos trabajaron de forma sincrónica con la plataforma Drive de Google.

El diseño del proyecto de estadística, SPIDAS, incorpora de forma innovadora los tres ejes pedagógicos que la literatura revisada apunta como claves para promover estrategias de análisis de datos en el alumnado, que son: 1) aprendizaje basado en proyectos impulsados por datos; 2) aprendizaje colaborativo y 3) uso de tecnología para ayudar a aprender estadística. En el presente estudio se ha utilizado el software libre CODAP. A continuación, exponemos cómo se han incorporado estos tres ejes en la intervención educativa diseñada en esta investigación.

1) *Aprendizaje basado en proyectos impulsados por datos*. La intervención SPIDAS incorpora de forma explícita las cinco características educativas del aprendizaje por proyectos y destacadas en la revisión de literatura (Batanero y Díaz, 2011; Bateiha *et al.*, 2020; Haatainen y Aksela, 2021): a) estructuración del proceso de aprendizaje del alumnado en fases; b) trabajo del contenido sobre estadística contextualizado en la vida real y cotidiana, c) promoción de un rol activo de los estudiantes y rol de guía del docente; d) aprendizaje centrado en el alumnado y e) desarrollo de habilidades analíticas de datos.

2) *Aprendizaje colaborativo*. El alumnado ha llevado a cabo el proyecto, en su totalidad, mediante trabajo colaborativo. Se han desarrollado estrategias concretas de trabajo en pequeño grupo y de habla exploratoria (Mercer, 2013). Han trabajado en grupos pequeños formados por tres miembros y se han desarrollado algunas actividades del programa “Thinking Together” (Mercer *et al.*, 2019). Entre estas actividades, destacamos las tres siguientes: a) reflexión sobre los roles grupales, b) reflexión sobre las actitudes y comportamientos durante el trabajo en grupo, y c) construcción del grupo ideal, a través del consenso de normas.

3) *Tecnología*. Se ha enseñado al alumnado a utilizar el software de análisis de datos CODAP, que permite la visualización gráfica de los datos y facilita la comprensión y la interpretación de los datos. Gracias al diseño interactivo y manipulable de CODAP, el alumnado puede experimentar con sus propios datos y obtener de forma inmediata gráficos representativos de sus investigaciones.

La tecnología sincrónica, vinculada al Drive, ha promovido procesos de trabajo colaborativo y dialógico singulares: a) la discusión de ideas entre

alumnado y, por lo tanto, procesos de pensamiento con otras personas; b) compartir ideas con los compañeros, co-construir nuevas ideas, planificar y reflexionar sobre el trabajo conjunto; c) procesos de aprendizaje de conceptos de estadística (aprendizaje con otras personas – L2L2) y d) ha ayudado al alumnado a organizar los datos, manipularlos, crear gráficos y analizarlos.

4.1 ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar los datos recogidos se ha seguido un proceso de investigación de estudio de caso (Guerrero *et al.*, 2018).

Para el análisis se ha empleado el paquete de análisis estadístico SPSS 26.0 y se han realizado las siguientes pruebas estadísticas:

- Test de Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de la muestra. Al no presentar una distribución normal, los cálculos estadísticos aplicados posteriormente son no paramétricos.
- Prueba de Wilcoxon no paramétrica, para muestras relacionadas. Se ha llevado a cabo para comparar los resultados entre el pretest y el posttest de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística.
- Coeficiente de correlación de Spearman, para evaluar la relación entre las actitudes hacia la estadística y el aprendizaje de la materia.

5. RESULTADOS

En este apartado se analiza, por un lado, la incidencia de la variable independiente del estudio –intervención educativa SPIDAS basada en la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología–, sobre la variable dependiente –prueba de evaluación de aprendizaje de estadística–. Por otro lado, se analiza si existe correlación entre las dos variables dependientes del estudio: Prueba de evaluación de aprendizaje de estadística y Cuestionario de actitudes hacia la estadística.

5.1 EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA

En la tabla 1 se muestran los resultados de la prueba de Wilcoxon. Primero, se observa diferencia significativa ($\alpha=0.05$) en la puntuación total de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística. Segundo, también se indica diferencia significativa de las preguntas de la prueba 1, 2, 3 y 5. Aunque la pregunta 4 de la prueba presenta una tendencia positiva, no se ha obtenido diferencia significativa.

Tabla 1. Nivel de significación entre los resultados pretest y postest de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística

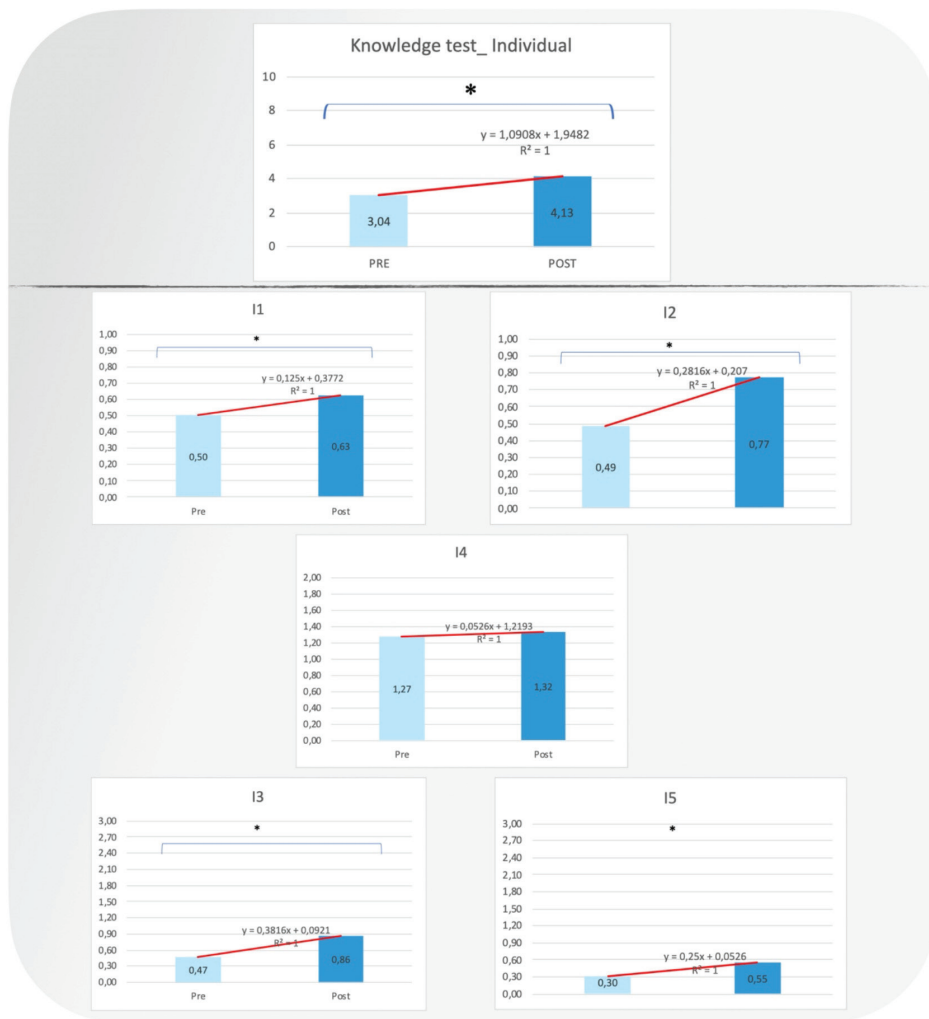
Dependent variables	Sig. asin. (bilateral)	Effect size
TOTAL_I_10p	,001*	$r= .38$
I1_1p	,001*	$r= .22$
I2_1p	,001*	$r= .46$
I3_3p	,001*	$r= .28$
I4_2p	,499	$r= .05$
I5_3p	,008*	$r= .17$

* $p<0.05$

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 1 muestra las puntuaciones medias tanto del pretest como del postest de la prueba de evaluación de aprendizaje, siendo favorables las del postest. Los valores del eje *y* representan los puntos totales que puede tener, por un lado, la prueba de evaluación de aprendizaje (10p), y, por otro, cada una de las preguntas que forman la prueba (1p, 2p o 3p). De los 5 problemas estadísticos de la prueba, el cuarto no presenta diferencia significativa pre-post, pero se observa que sigue la misma tendencia de mejora que los demás. Así pues, la intervención educativa SPIDAS ha favorecido el aprendizaje de contenido de estadística.

Gráfico 1. Puntuaciones medias del pretest y postest de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística: total y por preguntas



Fuente: Elaboración propia.

5.2 RELACIÓN ENTRE ACTITUDES Y APRENDIZAJE

Uno de los objetivos del presente estudio es saber si hay correlación positiva entre la mejora de las actitudes hacia la estadística y el aprendizaje individual de estadística. Por ello, se ha calculado y analizado el Coeficiente de correlación de Spearman.

Para el análisis correlacional, se estudió, por un lado, la relación entre la prueba de evaluación de aprendizaje y la actitud global, y, por otro, la relación entre la prueba de evaluación de aprendizaje y cada uno de los tres factores del cuestionario de actitudes. Para un análisis más profundo, se ha buscado la relación entre cada uno de los problemas de estadística de la prueba de evaluación de aprendizaje y las actitudes (global y por factores).

En primer lugar, antes de la intervención, la correlación entre las dos variables era escasa o débil. No obstante, después de la intervención se detecta una relación positiva media y estadísticamente significativa entre ambas variables (tabla 2): las actitudes y el rendimiento del alumnado van en la misma dirección. La prueba de evaluación de aprendizaje también presenta una correlación positiva media y estadísticamente significativa con el factor “Afecto” del cuestionario de actitudes (la misma relación que antes de la intervención). Los otros dos factores del cuestionario de actitudes, “Ansiedad” y “Aprendizaje de estadística con tecnología” presentan una correlación positiva más débil con la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística, después de la intervención.

En segundo lugar, a través de un análisis más profundo, se han detectado correlaciones entre las actitudes del alumnado y los problemas de estadística concretos que forman la prueba individual, después de la intervención. Se observa que el primer problema es el que mayor relación positiva tiene con las actitudes: presenta una correlación positiva media con la actitud global, con el factor “Afecto” y con el factor “Ansiedad”. Con el factor “Aprendizaje de estadística con tecnología” muestra una correlación positiva más débil. Todas estas relaciones del problema 1 son estadísticamente significativas. Atendiendo a los datos, una posible explicación de la mejora en la puntuación del problema 1 podría ser la mejora del afecto hacia la estadística y la disminución de la ansiedad (factor con el que mayor correlación presenta).

Otro problema que correlaciona con las actitudes del alumnado es el problema 4 de la prueba de evaluación de aprendizaje. Nos centramos en el momento post-intervención, ya que nos interesa conocer la influencia de la intervención en las variables dependientes. Se trata de una correlación positiva media y estadísticamente significativa con la actitud global y con el factor

“Ansiedad”. Teniendo en cuenta este hallazgo, una de las posibles explicaciones de la mejora en la puntuación del problema 4 podría ser la disminución de la ansiedad hacia la estadística.

Tabla 2. Coeficientes de correlación de todas las variables

	PRE				POST			
	Actitud_ global	Actitud_ ansiedad	Actitud_ tecnología	Actitud_ afecto	Actitud_ global	Actitud_ ansiedad	Actitud_ tecnología	Actitud_ afecto
TOTAL_I_10p	0.185	0.159	-0.032	0.233*	0.244*	0.169	0.163	0.223*
I1_1p	0.297**	0.368**	-0.035	0.317**	0.398**	0.319**	0.196*	0.441**
I2_1p	-0.019	-0.035	-0.062	-0.031	0.112	0.095	0.056	0.060
I3_3p	0.057	0.077	-0.083	0.076	0.000	-0.006	0.055	-0.022
I4_2p	0.194*	0.168	0.119	0.194*	0.220*	0.211*	0.124	0.180
I5_3p	0.133	0.102	-0.016	0.123	0.044	0.016	0.020	0.029

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

Fuente: Elaboración propia.

6. DISCUSIÓN

En líneas generales, los resultados de nuestro estudio corroboran una mejora del aprendizaje de la estadística y también una relación entre las actitudes y el aprendizaje de contenido de estadística, tras la implementación de una intervención educativa basada en trabajo por proyectos, trabajo colaborativo y con uso de tecnología, a través de un estudio de caso.

Los resultados concuerdan con los de estudios previos que defienden los efectos positivos de intervenciones educativas con las mismas características que la nuestra, en el aprendizaje de la estadística (Gonzalez y Trelles, 2019; Biehler, 2019; García-Martín y Cantón-Mayo, 2019; Woodard *et al.*, 2020; Haatainen y Aksela, 2021). También concuerdan con las investigaciones que aportan evidencia de la influencia positiva de las actitudes hacia el aprendizaje de las matemáticas (Pitsia *et al.*, 2017; Al-Mutawah y Fateel, 2018; Cantero *et al.*, 2018).

En relación a la incidencia de la intervención educativa en el aprendizaje individual de estadística (H1), los resultados de la prueba de evaluación de contenido se han incrementado en el momento post-intervención. Las metodologías utilizadas en la intervención educativa implementada, han impactado en el aprendizaje de la estadística. La característica destacada de la intervención es el uso de nuevas tecnologías, por las múltiples facilidades que aporta en la visualización y el análisis de datos. Los resultados del estudio de Ciftci *et al.* (2014) respaldan nuestros resultados, al concluir que los cursos de estadística que utilizan herramientas tecnológicas reducen la ansiedad del alumnado, tienen un impacto positivo en las actitudes hacia el aprendizaje de estadística y mejoran el rendimiento al finalizar los cursos. La tecnología utilizada, en concreto el software CODAP, ayuda a alejar el foco de atención de los cálculos estadísticos complejos (propio de las clases tradicionales) y guía al alumnado en la selección de los análisis más apropiados para su problema y en cómo interpretar los datos (Fujita *et al.*, 2018). Esto es posible gracias a la visualización de conceptos estadísticos, que se consigue con representaciones y simulaciones dinámicas creadas por las herramientas tecnológicas. Estas simulaciones ofrecen la posibilidad de representar los mismos datos de diferentes formas: gráficos, tablas, entre otras. Además, el alumnado puede manipular algunos aspectos de las representaciones para explorar otras relaciones entre los datos, gracias a 3 cualidades de la tecnología: la visualización, el modelado y la manipulación (Bray y Tangney, 2017). El estudio de Bray y Tangney (2017) respalda el uso de tecnología para conseguir cambiar la dinámica de las clases tradicionales, en las que el profesorado dirige la sesión y transmite conocimiento, a una dinámica investigadora centrada en el alumnado. Con base en los resultados positivos obtenidos, promovemos la enseñanza de análisis de datos, ya que ofrece al alumnado la oportunidad de desarrollar habilidades cada vez más necesarias para afrontar actividades de la vida real, como son: cuestionarse sobre diversos problemas cotidianos, hipotetizar, explicar y discutir sus ideas, y poder ofrecer soluciones o resultados (Siswono *et al.*, 2018). Por eso, es muy importante que los estudiantes se conciencien de la aplicabilidad de la estadística en la vida cotidiana. Reforzamos este punto de vista con Batanero y Díaz (2011), que consideran de crucial importancia enseñar al alumnado a leer e interpretar tablas y gráficos estadísticos, ya que aparecen a menudo en los diversos medios informativos. Además, con frecuencia también aparecen gráficos u otros conceptos estadísticos en temas curriculares diferentes a las matemáticas. Estas autoras defienden que el estudio de estadística promueve el desarrollo de un

razonamiento crítico, a través de la apreciación y toma de decisiones basada en la evidencia objetiva (datos).

Atendiendo a los resultados sobre correlación, el presente estudio concluye que existe una relación positiva media y estadísticamente significativa entre las actitudes del alumnado hacia la estadística y el aprendizaje del contenido (H2). Este resultado es similar a otras investigaciones de la literatura, que han encontrado la misma correlación (Dodeen *et al.*, 2014; Reçber *et al.*, 2018).

Concerniente a la correlación entre cada uno de los tres factores del cuestionario de actitudes hacia la estadística y el aprendizaje individual del contenido (H3), los resultados proyectan una relación positiva media y estadísticamente significativa entre el factor 3 *afecto* y el aprendizaje. Los otros dos factores tienen una correlación más débil y no es significativa. Para comprender la índole de estas observaciones, necesitamos tener una definición clara de la dimensión *afecto*. Ghasemi y Burley (2019) definen el afecto hacia el ámbito de las matemáticas como la confianza en las matemáticas, que al alumnado le guste o no esta materia, y la valoración que hacen de las matemáticas. Por ende, los resultados de nuestro estudio sugieren que un mayor rendimiento del alumnado en estadística se explicaría, en gran medida, por un aumento de la motivación y un juicio positivo sobre la utilidad del contenido en la vida real (Koparan y Güven, 2014).

Que la correlación arrojada por nuestros datos no sea superior, podría ir en consonancia con el estudio de Dodeen *et al.* (2014), que sugiere que la educación también se debe orientar a la mejora de las habilidades del alumnado para afrontar una prueba evaluativa y, no centrarse solamente en las actitudes relativas al aprendizaje. Si empoderamos al alumnado con las habilidades necesarias para realizar con éxito las evaluaciones, podríamos contribuir a disminuir sus niveles de ansiedad (Dodeen *et al.*, 2014). Este hecho podría explicar también, en parte, los resultados no significativos entre el pre y el post de algunos problemas de la prueba de evaluación del presente estudio. Es probable que algunos estudiantes tuvieran los conocimientos estadísticos necesarios, pero que, debido a actitudes negativas ante la situación de ser examinados, se haya visto afectado su rendimiento en el momento de realizar la prueba. Otra posible aclaración al nivel de relación positiva obtenida en nuestro estudio y al hecho de que no haya resultado mayor, podría ser la conclusión a la que llegaron Mohamed *et al.* (2012) en su investigación, de que las actitudes no correlacionan con el aprendizaje. Señala que en su estudio había alumnado que, a pesar de

mostrar actitudes positivas, el rendimiento era bajo en el curso de estadística. El autor sugiere que los cambios en el aprendizaje requieren tiempo.

Por lo expuesto, consideramos esencial realizar más investigaciones e intervenciones educativas para aportar evidencia sobre cómo enseñar el contenido de estadística, de manera que sea una asignatura interesante para el alumnado y entiendan la importancia del análisis de datos para resolver situaciones reales.

Limitaciones

El hecho de que la correlación entre la actitud del alumnado hacia la estadística y el resultado académico de la materia no sea mayor, se podría explicar por diversos factores: la muestra es pequeña, por los instrumentos de evaluación y/o que el logro estadístico se ve afectado no solamente por las actitudes, sino también por el clima escolar/de clase y por el estilo de enseñanza del profesor. Además, la correlación entre las actitudes y el aprendizaje de la estadística aumenta con la edad del alumnado (Camacho *et al.*, 2019). Es decir, a mayor nivel académico, mayor es el impacto de las actitudes en el aprendizaje de la estadística.

Una limitación, que tendremos en cuenta y sugerimos para futuras investigaciones, es el hecho de no haber evaluado la relación directa entre las habilidades del alumnado de ser examinado y su rendimiento en estadística. Se necesitan más investigaciones para conocer las relaciones entre las actitudes, las habilidades para realizar pruebas evaluativas y el rendimiento académico, en el ámbito de las matemáticas.

Implicaciones para la educación

Se concluye que el factor “afecto” de las actitudes correlaciona de forma positiva y significativa con el aprendizaje, hecho que apunta a la importancia de que el alumnado comprenda la utilidad y aplicabilidad del contenido a la vida real. Por ello, es necesario cambiar el paradigma educativo que reduce la estadística a la enseñanza de múltiples fórmulas sin contextualizar, hacia la educación del razonamiento estadístico basado en los datos: trabajar la modelación y la visualización del conjunto de datos para encontrar patrones, y poder hacer predicciones basadas en la variabilidad de los datos, en vez de observar los valores individualmente (Kazak *et al.*, 2021). Es necesario que el profesorado reflexione sobre qué y cómo se enseña estadística y qué sienten los estudiantes.

REFERENCIAS

- Ajisuksmo, C. R. P. y Saputri, G. R. (2017). The influence of attitudes towards mathematics, and metacognitive awareness on mathematics achievements. *Creative Education*, 8(3), 486-497. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.83037>
- Akbayır, K. (2019). An investigation about high school students' mathematics anxiety level according to gender. *Journal of Education and Training Studies*, 7(7), 62-70. <https://doi.org/10.11114/jets.v7i7.4201>
- Albelbisi, N. A. y Yusop, F. D. (2018). Secondary school students' use of and attitudes toward online mathematics homework. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 17(1), 144-153. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1165745.pdf>
- Al-Mutawah, M. A. y Fateel, M. J. (2018). Students' achievement in math and science: how grit and attitudes influence? *International Education Studies*, 11(2), 97-105. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n2p97>
- Attard, C. y Holmes, K. (2020). "It gives you that sense of hope": An exploration of technology use to mediate student engagement with mathematics. *Heliyon*, 6(1), e02945. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02945>
- Bal, A. P. (2020). Attitudes and beliefs of primary school teaching undergraduate students towards mathematics and their effects on mathematics achievement. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 49(2), 826-841. <https://doi.org/10.14812/cufej.694626>
- Batanero, C. y Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Universidad de Granada.
- Bateiha, S., Marchionda, H. y Autin, M. (2020). Teaching style and attitudes: a comparison of two collegiate introductory statistics classes. *Journal of Statistics Education*, 28(2), 154-164. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1765710>
- Ben-Zvi, D., Gravemeijer, K., y Ainley, J. (2018). Design of statistics learning environments. En *International handbook of research in statistics education* (pp. 473-502). Springer, Cham.
- Biehler, R. (2019). Software for learning and for doing statistics and probability – Looking back and looking forward from a personal perspective. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. MolinaPortillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Bray, A. y Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Camacho, X. G. O., Martínez, S. J. R. y de Miguel, C. R. (2019). Actitudes hacia la estadística en alumnos de educación: análisis de perfiles. *Revista de Educación*, 385(7), 173-192. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-385-421>

- Cantero, J. M. M., Arias, M. A. y Vázquez, M. D. M. (2018). Elementos predictores del rendimiento matemático en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22(3), 391-413. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i3.8008>
- Chaves, V. E. J., y Weiler, C. C. (2016). Los estudios de casos como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2).
- Chew, P. K. y Dillon, D. B. (2014). Statistics anxiety update: Refining the construct and recommendations for a new research agenda. *Perspectives on Psychological Science*, 9(2), 196-208. <https://doi.org/10.1177/1745691613518077>
- Ciftci, S. K., Karadag, E. y Akdal, P. (2014). Instruction of statistics via computer-based tools: Effects on statistics' anxiety, attitude, and achievement. *Journal of Educational Computing Research*, 50(1), 119-133. <https://doi.org/10.2190/EC.50.1.f>
- Comas, C., Martins, J. A., Nascimento, M. M., y Estrada, A. (2017). Estudio de las actitudes hacia la estadística en estudiantes de psicología. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31, 479-496.
- Díaz-Levicoy, D., Batanero, C., Arteaga, P. y Gea, M. M. (2019). Chilean children's reading levels of statistical graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), 689-700. <https://doi.org/10.29333/iejme/5786>
- Di Martino, P., y Zan, R. (2015). The construct of attitude in mathematics education. In B. Pepin, B. Roesken-Winter (Eds.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education* (pp. 269-277). Springer.
- Dodeen, H. M., Abdelfattah, F. y Alshumrani, F. A. (2014). Test-taking skills of secondary students: the relationship with motivation, attitudes, anxiety and attitudes towards tests. *South African Journal of Education*, 34(2), 1-18. <https://doi.org/10.15700/201412071153>
- Dowker, A., Cheriton, O., Horton, R. y Mark, W. (2019). Relationships between attitudes and performance in young children's mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 100(3), 211-230. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-9880-5>
- Emmioğlu, E. S. M. A. y Capa-Aydin, Y. E. S. I. M. (2012). Attitudes and achievement in statistics: A meta-analysis study. *Statistics education research journal*, 11(2). [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ11\(2\)_Emmioğlu.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ11(2)_Emmioğlu.pdf)
- Fredriksen, H. (2021). Investigating the affordances of a flipped mathematics classroom from an activity theoretical perspective. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 40(2), 83-98. <https://doi.org/10.1093/teamat/hraa011>
- Fujita, T., Kazak, S., Turmo, M. P. y Mansour, N. (2018). Strategic partnership for innovative in data analytics in schools. https://blogs.exeter.ac.uk/spidasatexeter/files/2019/01/State_of_Art_Review_partA_final_draft_V3.pdf

- García-Martín, S. y Cantón-Mayo, I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 27(59), 73-81. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>
- Ghasemi, E. y Burley, H. (2019). Gender, affect, and math: a cross-national meta-analysis of Trends in International Mathematics and Science Study 2015 outcomes. *Large-scale Assessments in Education*, 7(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s40536-019-0078-1>
- Gómez, L. F. (2016). Intención y competencia pedagógica: el uso del aprendizaje colaborativo en la asignatura de matemáticas en secundaria. *Propósitos y representaciones*, 4(2), 133-179. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2016.v4n2.121>
- Gonzales, N. y Trelles, C. (2019, October). Mathematical modeling and Tinker Plots in solving problems. En *2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)* (pp. 367-374). IEEE. <https://doi.org/10.1109/LACLO49268.2019.00068>
- Guerrero, J. J., Cortez, S. L. y Carchi, C. C. (2018). Características comunes a las diversas modalidades de investigación de corte cualitativo y sus diferencias con las de tipo cuantitativo. En C. L. Escudero y L. A. Cortez (Eds.), *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica* (pp. 57-71). Editorial Utmach.
- Haatainen, O. M. y Aksela, M. (2021). Project-based learning in integrated science education: Active teachers' perceptions and practices. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 149-173. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1392>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Kazak, S., Fujita, T. y Pifarre, M. (2021). Students' informal statistical inferences through data modeling with a large multivariate dataset. *Mathematical Thinking and Learning*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1922857>
- Kazak, S., Fujita, T. y Wegerif, R. (2014, July). Year six students' reasoning about random "bunny hops" through the use of TinkerPlots and peer-to-peer dialogic interactions. In *Proceedings of the 9th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS 9)*, Flagstaff, Arizona, USA. https://iase-web.org/icots/9/proceedings/pdfs/ICOTS9_9F1_KAZAK.pdf
- Kharuddin, A. F. y Ismail, N. A. (2017). Graphing calculator exposure of mathematics learning in a partially technology incorporated environment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2529-2537. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01238a>
- Koparan, T. y Güven, B. (2014). The effect on the 8th grade students' attitude towards statistics of project based learning. *European Journal of Educational Research*, 3(2), 73-85. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.3.2.73>
- López-Aguilar, D., Álvarez-Pérez, P.R., y Garcés-Delgado, Y. (2021). El engagement académico y su incidencia en el rendimiento del alumnado de grado de la universidad de La Laguna. *RELIEVE*, 27(1), art. 5. <http://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21169>

- Lyons, K. M., Lobczowski, N. G., Greene, J. A., Whitley, J. y McLaughlin, J. E. (2021). Using a design-based research approach to develop and study a web-based tool to support collaborative learning. *Computers & Education*, 161, 104064. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104064>
- Makar, K., y Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82-105.
- Makar, K., y Rubin, A. (2018). Learning about statistical inference. In D. Ben-Zvi, K. Makar and J. Garfield (Eds.) *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 261-294). Springer International Handbooks of Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>
- Mercer, N. (2013). The social brain, language, and goal-directed collective thinking: A social conception of cognition and its implications for understanding how we think, teach, and learn. *Educational Psychologist*, 48(3), 148-168. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804394>
- Mercer, N., Hennessy, S. y Warwick, P. (2019). Dialogue, thinking together and digital technology in the classroom: Some educational implications of a continuing line of inquiry. *International Journal of Educational Research*, 97, 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.08.007>
- Mohamed, H., Sahari, N., Judi, H. M. y Wook, T. S. M. T. (2012). Factors affecting FTSM students' achievement in statistics course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 125-129. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.255>
- Moreno-Guerrero, A. J., Rondon Garcia, M., Martinez Heredia, N. y Rodriguez-Garcia, A. M. (2020). Collaborative learning based on harry potter for learning geometric figures in the subject of mathematics. *Mathematics*, 8(3), 369. <https://doi.org/10.3390/math8030369>
- Muñoz, J. M., Arias, M. A. y Mato, M. D. (2018). Elementos predictores del rendimiento matemático en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 22, 391-408. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i3.8008>
- Özdemir, A. S., Yildiz, F. y Yildiz, S. G. (2015). The effect of project based learning in "ratio, proportion and percentage" unit on mathematics success and attitude. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 1-13. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1107876>
- Pai, H. H., Sears, D. A. y Maeda, Y. (2015). Effects of small-group learning on transfer: A meta-analysis. *Educational psychology review*, 27(1), 79-102. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9260-8>
- Pitsia, V., Biggart, A. y Karakolidis, A. (2017). The role of students' self-beliefs, motivation and attitudes in predicting mathematics achievement: A multilevel analysis of the Programme for International Student Assessment data. *Learning and Individual Differences*, 55, 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.03.014>
- Reçber, S., Işıksal, M. y Koç, Y. (2018). Investigating self-efficacy, anxiety, attitudes and mathematics achievement regarding gender and school type. *Anales de Psicología*, 34(1), 41-51. <https://doi.org/10.6018/analesps.34.1.229571>

- Rodríguez-Santero, J. y Gil-Flores, J. (2019). Actitudes hacia la estadística en estudiantes de Ciencias de la Educación. Propiedades psicométricas de la versión española del Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-36). *RELIEVE*, 25(1), art. 3. doi: <http://doi.org/10.7203/relieve.25.1.12676>
- Sahri, N. A., Kamaruzaman, W. N. F. W., Jamil, J. M. y Shaharanee, I. N. M. (2017, November). Exploring mathematics anxiety and attitude: Mathematics students' experiences. In *AIP Conference Proceedings*, 1905(1), p. 050039. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/1.5012258>
- Silva, O. D. L. D. y Sousa, Á. (2020). Effects of life satisfaction on students' attitudes towards statistics and technology and their interrelationships. In *13th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2020)* (pp. 4994-5002). IATED Academy. https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5685/1/Silva_article1_ICERI2020.pdf
- Siswono, T. Y. E., Hartono, S. y Kohar, A. W. (2018). Effectiveness of project based learning in statistics for lower secondary schools. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18(75), 197-212. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejer/issue/42536/512578>
- Süğümlü, Ü. (2021). A case study on teaching Turkish through distance education. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(1), 174-190. <https://doi.org/10.17220/ijpes.2021.8.1.278>
- Tuohilampi, L. (2016). Contextualizing mathematics related affect: Significance of students' individual and social level affect in Finland and Chile. *REDIMAT*, 5(1), 7-27. <http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2016.1823>
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International statistical review*, 67(3), 223-248.
- Wild, C. J., Utts, J. M., y Horton, N. J. (2011). What is statistics? In D. Ben-Zvi, K. Makar and J. Garfield (Eds.) *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 5-36). Springer International Handbooks of Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>
- Woodard, V., Lee, H. y Woodard, R. (2020). Writing assignments to assess statistical thinking. *Journal of Statistics Education*, 28(1), 32-44. <https://doi.org/10.1080/10691898.2019.1696257>

Autor de correspondencia

MANOLI PIFARRÉ

Dirección: Universitat de Lleida (Departamento de Psicología), España.
Av. de l'Estudi General, 4, Lleida (25001)
manoli.pifarre@udl.cat

Teléfono: +34 973706570

ANEXO 1. PRUEBA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA

NOMBRE DEL ALUMNO:

CURSO Y CLASE:

CENTRO EDUCATIVO:

FECHA:

RESUELVE LOS SIGUIENTES PROBLEMAS INDIVIDUALMENTE

11) El entrenador Pere está seleccionando estudiantes para jugar al equipo de baloncesto más prestigioso de la provincia. Para hacerlo, ha decidido mirar la puntuación de cada jugador durante las últimas tres semanas de la temporada. En la tabla siguiente se muestran los puntos marcados por Aleix y Sergi.

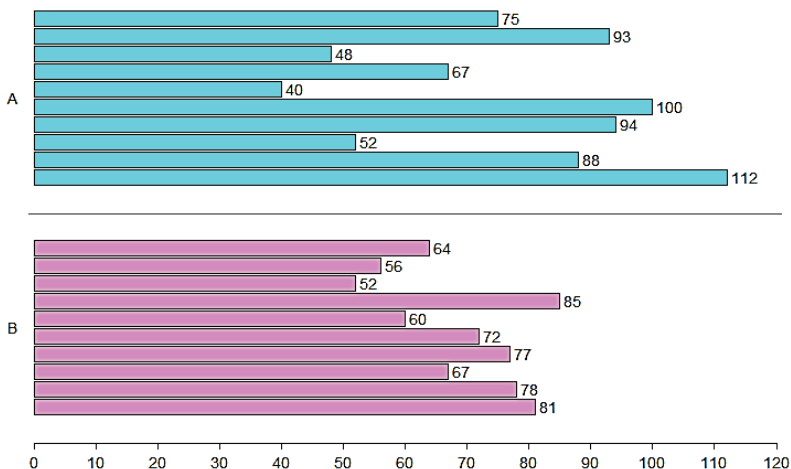
Aleix:	21	16	23	21	20	17	16	22
Sergi:	24	18	21	25	22	28		

Si el entrenador solo puede seleccionar uno de los dos jugadores, ¿quién le recomendarías que escogiera y por qué? Explica las razones de tu decisión.

12) Para cada una de las siguientes situaciones, selecciona el tipo de variable estudiada y explica el motivo de tu elección:

	Variable cualitativa	Variable cuantitativa	Razona tu selección
a) Si los alumnos de educación secundaria llevan gafas	☐	☐	
b) El número de alumnos de cada clase de nuestro centro que practican un deporte de equipo	☐	☐	
c) El tiempo que los alumnos pasan conectados a las redes sociales diariamente	☐	☐	
d) La red social más popular de nuestro instituto	☐	☐	
e) El número de calzado de los profesores de nuestro centro	☐	☐	

I3) El siguiente gráfico muestra la duración total (en horas) de 10 baterías de dos marcas diferentes (Batería marca A y Batería marca B).



Duración de las baterías en horas (Batería A arriba y Batería B debajo)

Observando el gráfico, si necesitaras una batería para uno de tus juegos, ¿cuál de las dos baterías elegirías? Explica tu razonamiento.

I4) Los resultados de una competición de saltos de longitud fueron los siguientes:

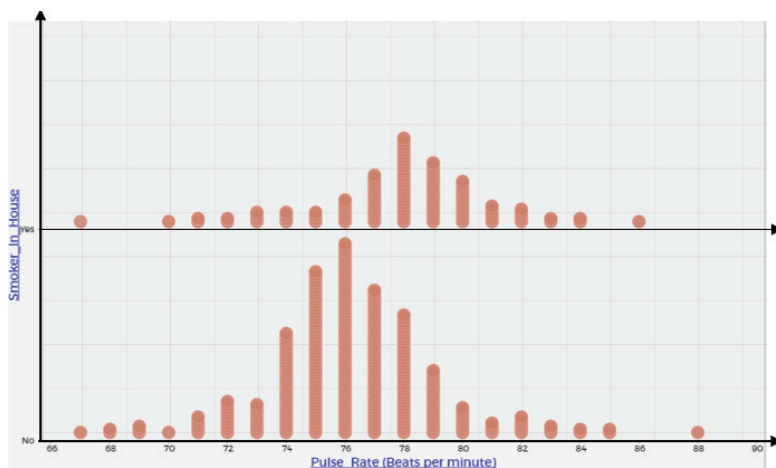
	Longitud mediana
Equipo A	3.6 m
Equipo B	4.8 m

Cada equipo tenía el mismo número de estudiantes. ¿Cuál de las siguientes opciones es verdadera y por qué? Escoge solamente una opción y explica tu razonamiento.

- A. Cada alumno del equipo B saltó más lejos que cualquier alumno del equipo A.
- B. Después del salto de cada alumno del equipo A, ha habido un alumno del equipo B que saltó más lejos.
- C. Como grupo, el equipo B saltó más lejos que el equipo A.
- D. Algunos alumnos del equipo A han saltado más lejos que algunos alumnos del equipo B.

Explica aquí las razones de tu decisión:

15) La frecuencia cardíaca es el número de veces que el corazón de una persona late en un minuto. Los gráficos siguientes muestran la frecuencia cardíaca de una muestra aleatoria de 120 personas que viven en una casa donde hay un fumador (gráfico de puntos superior) y de 316 personas que viven en una casa en la que no fuma nadie (gráfico de puntos inferior).



¿Qué grupo de personas tienden a tener una frecuencia cardíaca mayor? ¿O son las frecuencias en ambos grupos iguales? Explica cómo has tomado esta decisión.

ANEXO 2. CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA CON USO DE TECNOLOGÍA

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. Disfruto aprendiendo estadística.				
2. La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil.				
3. Me resulta útil e interesante estudiar estadística.				
4. Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos (Excel, CODAP ...).				
5. Cuando trato de resolver un problema estadístico me siento muy nervioso.				
6. Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP ...).				
7-pre. Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado.				
7-post. Creo que durante las clases de estadística me siento estresado.				
8. Aprender estadística es fácil.				
9. La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística (Excel, CODAP ...).				
10. La estadística me asusta.				
11. La estadística me provoca ansiedad.				
12-pre. Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles.				
12-post. Tengo miedo de la estadística ya que ha sido una de las asignaturas más difíciles.				
13. Soy competente con el uso del ordenador.				
14-pre. Puedo aprender estadística fácilmente.				
14-post. He podido aprender estadística fácilmente.				
15. Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase.				
16. El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística.				