



Universitat de Lleida

## **Promoción de interacciones dialógicas con tecnología para la mejora de las actitudes y el aprendizaje: Estudio de su incidencia en el marco de una actividad de matemáticas**

Andreea Cujba

<http://hdl.handle.net/10803/690183>

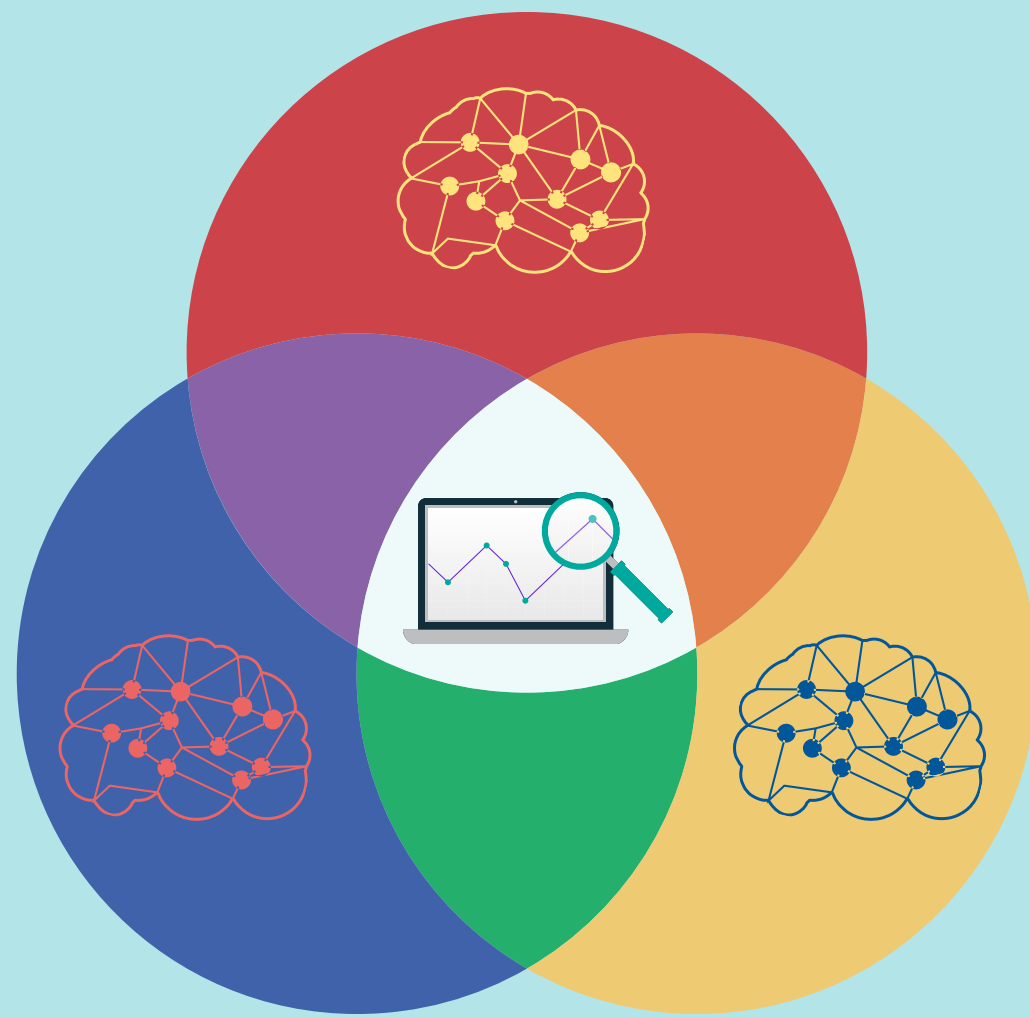


*Promoción de interacciones dialógicas con tecnología para la mejora de las actitudes y el aprendizaje: Estudio de su incidencia en el marco de una actividad de matemáticas* està subjecte a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 No adaptada de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Les publicacions incloses en la tesi no estan subjectes a aquesta llicència i es mantenen sota les condicions originals.

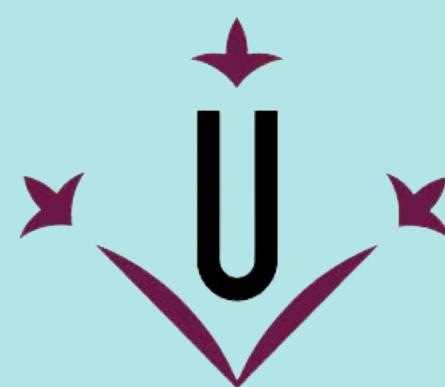
(c) 2024, Andreea Cujba

Promoción de interacciones dialógicas  
con tecnología para la mejora de las  
actitudes y el aprendizaje:  
*Estudio de su incidencia en el marco de una  
actividad de matemáticas*

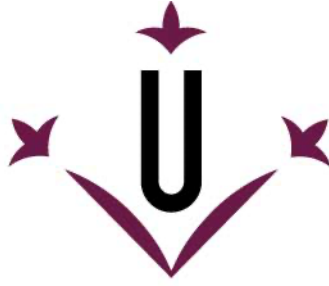


**ANDREEA CUJBA**

Directora  
Dra. Manoli Pifarré Turmo



**Universitat de Lleida**



**Universitat de Lleida**

**TESIS DOCTORAL**

**Promoción de interacciones dialógicas con tecnología para la mejora de las actitudes y el aprendizaje: Estudio de su incidencia en el marco de una actividad de matemáticas**

Andreea Cujba

Memoria presentada para optar al grado de Doctora por la Universitat de Lleida

Programa de Doctorado en Educación, Sociedad y Calidad de Vida

Directora

Dra. Manoli Pifarré i Turmo

2023



## **Fuentes de financiación que hicieron posible esta tesis**

### *Financiación de proyectos*

Esta tesis se enmarca dentro del proyecto titulado “Desarrollar, Orquestar y Evaluar procesos de creatividad colaborativa con tecnología móvil en secundaria” del Ministerio de Economía y Competitividad, con referencia EDU2016-80258-R.

### *Beca predoctoral*

Su realización también ha sido posible gracias a la ayuda recibida para contratos predoctorales FPI para la formación de doctores, del Ministerio de Ciencia e Innovación (referencia BES-2017-081950). Agradezco el apoyo económico, que ha posibilitado que me dedique completamente a la elaboración de este trabajo.



### **Lenguaje inclusivo:**

Para facilitar la lectura, se ha evitado el desdoblamiento de género del manuscrito, en su mayoría. Se ha eludido la repetición reiterada de la duplicidad de género, como, por ejemplo, *alumno/alumna* o *profesor/profesora*. En esta tesis se ha optado por el genérico masculino (*alumnos, profesores, etc.*), que supone una referencia a todos los seres humanos, sin distinciones sexuales, y sin que esto implique ningún tipo de consideración discriminatoria ni valoración peyorativa. En ocasiones, también se han utilizado nombres colectivos que incluyen el masculino y el femenino, como *alumnado/profesorado*.

### **Consideración de los aspectos éticos**

Los permisos para la recogida de datos de la presente tesis doctoral han sido otorgados por la Universitat de Lleida y por la dirección de los centros educativos que han participado en el estudio. En el documento no se exponen datos personales de ningún participante del proyecto, custodiando así la protección de datos del alumnado.





No hay problema que no podamos resolver juntos, y muy pocos que  
podamos resolver por nosotros mismos.

Lyndon Baines Johnson



*A Nico, por descubrirme emociones y sentimientos que desconocía.*

*A Fran, por ser **hogar**.*



## Agradecimientos

*“Encuentra un grupo de personas que te desafíen y te inspiren, pasa mucho tiempo con ellas y te cambiarán la vida” - Amy Poehler*

Como seres sociales que somos, nos necesitamos y dependemos de los demás. Las personas que nos rodean influyen en nuestras actitudes y decisiones, y un camino tan arduo como es la realización de una tesis, solamente se puede recorrer bien acompañado. Ahora, al final de este camino, duro y maravilloso a la vez, tengo mucho que agradecer a las personas que lo han hecho posible y que me han aportado tanto.

En primer lugar, un agradecimiento especial a la **Dra. Manoli Pifarré Turmo**, directora de la tesis, por todo tu apoyo, tu guía y amplios conocimientos. Gracias por tu dedicación genuina y constante, y por contagiarme la ilusión por investigar; por confiar en mí y en mis capacidades, incluso en momentos en los que ni yo misma lo hacía; por todas las oportunidades ofrecidas y por todo el aprendizaje que me han aportado; por hacer que saliera, poco a poco, de mi zona de confort. Tengo que destacar la particularidad de que esta tesis sea “viajera”, porque hemos debatido y planeado en trenes y aviones de diferentes partes del mundo, momentos que recuerdo con mucho cariño. ¡Mi más sentida gratitud!

En mis inicios de investigadora han estado muy presentes y me han animado a seguir, los **Doctores Jaume Sanuy y Alejandro Guijosa**. Gracias, Jaume, por tus sabios consejos, tu disponibilidad y cercanía y por tu siempre buen humor. Alex, gracias por crear un ambiente de trabajo amable y colaborativo y por hacerme partícipe de tus investigaciones.

También tengo mucho que agradecer a otros compañeros del grupo COntic. A la **Dra. Laura Martí**, recuerdo perfectamente el primer día que llegué al despacho 2.09 (dónde hemos compartido tantas horas) que se presentó como alumna de doctorado... y quién iba a decir en ese momento que seguiría sus pasos. Gracias, Laura, por tu amistad que espero que me acompañe siempre, por todo lo compartido, por tu apoyo y por tus palabras siempre acertadas. A la profesora **Mercè del Barrio**, la **Dra. Alba Guiral** y a la **Dra. Noemí Font**, gracias por las tertulias dialógicas acompañadas de sushi, por los ánimos, vuestros conocimientos y por vuestro sincero apoyo; vuestra compañía siempre es un gozo. Noe, gracias por la alegría que contagias y por las buenas conversaciones que parecen *arreglar el mundo*. Gracias al **Dr. José Ferreira** por ser tan buen compañero y ser un ejemplo de constancia; gracias por tu amistad, tus ánimos y por las conversaciones y los almuerzos multiculturales. I would like to thank **Ijaz Ul Haq** (future Doctor) for his kindness and his moral support and encouragement in the final phases

of this thesis. Al **Dr. Sergio Reyes**, gracias por tu amabilidad y tan buena disposición por ayudar en todo momento.

Quiero agradecer también al **Dr. Taro Fujita** de la Universidad de Exeter y a la **Dra. Sibel Kazak** de la Universidad Técnica del Medio Este de Ankara, por sus conocimientos de estadística, su amabilidad y consejos desinteresados. Gracias a vosotros, el proyecto SPIDAS no solamente ha implicado aportaciones de peso en mi formación, sino también un ambiente de trabajo colaborativo, respetuoso e igualitario. Por supuesto, todos los miembros del proyecto SPIDAS han hecho esto posible, pero vosotros, junto a la Dra. Manoli Pifarré, habéis tenido la responsabilidad de liderar todo el trabajo y guiar a todo el equipo humano. Por lo tanto, agradezco vuestra buena labor de cohesión grupal.

Agradezco la colaboración de los **centros educativos Claver y Maristes**, que han participado en el proyecto SPIDAS; sin el profesorado (**Fer, Iolanda, Carles, Kiko**) y el alumnado de secundaria, no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

Gracias a todos los **profesores y maestros** que han fomentado mi interés e inquietud por seguir aprendiendo; por valorar y elogiar mis esfuerzos. Sois muchos a los que guardo con un recuerdo lleno de cariño.

Me emociona agradecer a **mis padres** y a **mi hermana**. Sois mi mejor ejemplo de resiliencia. Os doy las gracias por confiar en mí, por estar siempre a mi lado y por alegraros por cada uno de mis logros. Agradezco a mis padres por haberme educado desde el amor y el respeto y por haberme dado la libertad de experimentar y de equivocarme; por vuestra comprensión, apoyo incondicional y ánimos constantes, al verme trabajar hasta altas horas de la noche; por enseñarme con el ejemplo los valores de la honestidad, el saber ser y saber estar. Gracias por enseñarme que las experiencias son más importantes que las posesiones; las investigaciones os dan la razón y en la base de nuestra felicidad están las relaciones y las experiencias. Mi gratitud por todas las tareas del hogar que me habéis ahorrado, para que pudiera dedicar tiempo a esta tesis. Cati, gracias por la paciencia que me has tenido desde pequeña, por ser tan buena hermana mayor y por cuidarme. Recordaré siempre el día que dijiste que sería tía y el día que tuve en brazos por primera vez a Agnès; sentí un amor y una ilusión que no había sentido antes. ¡Gracias por tanto!

A mis **amigos**, por estar siempre (muchas veces, desde la distancia...*Barcelona, Valladolid, Zaragoza, Lleida*) y por crear recuerdos maravillosos. Por preguntar y mostrar interés, aún sin entender muy bien parte de este trabajo; por vuestro apoyo y por animarme a seguir. ¡Gracias!

Por último, me enorgullece decir que estoy profundamente agradecida a **Fran**, mi amigo, mi confidente, mi compañero de vida... Gracias por impulsarme siempre a abrir y expandir mis alas. Por apoyarme en todo, por alegrar cada uno de mis días y por hacer que todo sea tan fácil. Te agradezco la comprensión y la paciencia de sostener todas mis quejas, preocupaciones y mi cansancio, siempre con la mejor cara y las palabras más oportunas. Quién iba a decir hace tan solo unos años, cuando empecé esta tesis, que al finalizarla seríamos una familia de 4...y menuda familia, ¡cuánto me llena de amor! **Nico** es el mejor regalo que nos ha dado la vida, fruto de todo lo bonito que hemos construido; al veros cada mañana me recuerda lo feliz y afortunada que soy.

Gracias a todos y cada uno de vosotros, este trabajo ha sido posible; sois pura inspiración.

**¡Gracias de corazón!**





## Aportaciones más significativas de la tesis

Esta tesis doctoral presenta dos principales **contribuciones innovadoras**, que a lo largo del documento se irá revelando cómo todo el trabajo de la tesis ha llegado a estas aportaciones:

1. Se describe el proceso de elaboración de un cuestionario para evaluar las actitudes del alumnado de secundaria hacia el aprendizaje de estadística con recursos tecnológicos y presenta su validación exploratoria. La necesidad de crear un nuevo cuestionario ha sido impulsada por la ausencia de un instrumento en castellano que evalúe la actitud del alumnado ante el aprendizaje de la estadística mediado por tecnología.

2. La tesis documenta sobre el diseño, implementación y evaluación del aprendizaje basado en proyectos, colaborativo y basado en datos, mejorado por tecnología, y su impacto en las actitudes de los estudiantes hacia la estadística. Nuestra aportación es que estas metodologías innovadoras (aprendizaje basado en proyectos, el análisis de datos, el trabajo colaborativo y el uso de tecnología) no han sido combinadas anteriormente.

## Publicaciones indexadas derivadas de la tesis

**Cujba, A., & Pifarré, M.** (2024). Validación exploratoria de un cuestionario de actitudes hacia la estadística con tecnología. *Campus Virtuales*, 13(1), 47-58.  
<https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1266>

En el [Anexo 1](#) se aporta el artículo publicado.

**Cujba, A., & Pifarré, M.** (2023). 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*, 35(2), 196-225.  
<https://doi.org/10.24844/EM3502.08>

En el [Anexo 2](#) se encuentra el artículo publicado.

## Contribuciones en congresos

Pifarré, M. & **Cujba, A.** (2019). Enhancing students' attitude towards statistics as a tool for building an egalitarian society. World Education Research Association 2019: Focal Meeting in Tokyo (WERA). August, Tokyo (Japan). *Presentación oral.*

Pifarré, M., **Cujba, A.**, Kazak, S. & Fujita, T. (2019). Developing Data Analytics in K-12 education as a tool for promoting Equity and social justice worldwide. World Education Research Association 2019: Focal Meeting in Tokyo (WERA). August, Tokyo (Japan). *Presentación oral.*

**Cujba, A.**, Pifarre, M., del Barrio, M., Borrell, R., Bravo, N., Cosialls, A., Moliner, L. y Quintillà, T. (2019). El clima a través de la recogida y análisis de datos reales. VIII Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa (CIMIE). Julio, Lleida (Spain). *Presentación oral.*

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>CODAP</b>	Common Online Data Analysis Platform
<b>EFA</b>	Análisis Factorial Exploratorio ( <i>Exploratory Factor Analysis</i> )
<b>GC</b>	Grupo Control
<b>GE</b>	Grupo Experimental
<b>IVC</b>	Índice de Validez de Contenido
<b>PBL</b>	Aprendizaje Basado en Proyectos ( <i>Project-based Learning</i> )
<b>SPIDAS</b>	Strategic partnership for Innovative in Data Analytics in Schools
<b>ESO</b>	Educación Secundaria Obligatoria
<b>L2L2</b>	Aprendizaje con otras personas ( <i>Learning to learn together</i> )



# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	2
RESUM.....	3
ABSTRACT .....	4
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	6
1. Origen y problemática de la investigación - Motivación .....	7
1.1. Contextualización de la investigación.....	8
2. Organización de la tesis .....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	10
1. Teoría sociocultural del aprendizaje .....	11
1.1. El lenguaje.....	11
1.2. Desarrollo de cerebros sociales .....	12
1.3. Aprendizaje dialógico y colaborativo.....	13
2. La estadística en la sociedad del conocimiento.....	17
2.1. Importancia de la estadística en el mundo actual.....	17
2.1.1. Enseñanza y aprendizaje de la estadística en el currículum escolar .....	18
2.1.1.1. Enseñanza y aprendizaje de la estadística en educación secundaria .....	19
2.2. Dificultades en el aprendizaje de la estadística.....	21
2.3. Las actitudes y el aprendizaje de la estadística .....	21
2.4. Metodologías innovadoras para el aprendizaje de la estadística.....	23
2.4.1. El aprendizaje basado en proyectos (PBL).....	24
2.4.2. El trabajo colaborativo.....	27
2.5. Evaluación de las actitudes hacia la estadística: cuestionarios de evaluación.....	29
3. Tecnología, interacción y aprendizaje .....	30
3.1. Características de las TIC que favorecen la interacción y el aprendizaje.....	31
3.2. El rol de la tecnología en la mejora de las actitudes y el aprendizaje de la estadística .....	33
CAPÍTULO III. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	36
1. Introducción.....	37
2. Introducción a los estudios.....	37
2.1. Objetivos de investigación .....	38
3. Contexto y participantes .....	40
3.1. El proyecto SPIDAS .....	40
3.1.1. Intervención educativa .....	41
3.2. Participantes.....	45
4. Enfoque metodológico: Multimétodo.....	46
4.1. Metodología cuasi-experimental.....	46
4.2. Estudio de caso .....	47
4.3. Enfoque para el análisis de datos .....	48
4.3.1. Análisis cuantitativo.....	48
4.3.2. Análisis cualitativo .....	49
4.3.3. Método mixto .....	50
5. Procedimiento .....	51
CAPÍTULO IV. ACTITUDES EN SECUNDARIA: VALIDACIÓN EXPLORATORIA DE UN CUESTIONARIO PARA EVALUAR LAS ACTITUDES DEL ALUMNADO HACIA LA ESTADÍSTICA CON USO DE TECNOLOGÍA (ESTUDIO 1) .....	58
1. Introducción.....	59
1.1. Factores a evaluar .....	60
1.2. Objetivos.....	61
2. Metodología .....	61

2.1. Participantes .....	61
2.2. Instrumentos .....	62
2.3. Procedimiento .....	63
2.4. Análisis de datos .....	64
<b>3. Resultados .....</b>	<b>65</b>
3.1. Validez de contenido .....	65
3.2. Validez en función de la estructura interna .....	67
3.3. Fiabilidad .....	70
<b>4. Discusión .....</b>	<b>71</b>
<b>5. Conclusiones y limitaciones .....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO V. EFECTOS DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA PARA RESOLVER UN RETO ESTADÍSTICO DE FORMA COLABORATIVA CON TECNOLOGÍA, EN LAS ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA CON TECNOLOGÍA (ESTUDIO 2) .....</b>	<b>76</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>77</b>
1.1. Hipótesis .....	78
<b>2. Metodología .....</b>	<b>78</b>
2.1. Participantes .....	78
2.2. Instrumentos de evaluación .....	79
2.3. Procedimiento .....	79
2.3.1. Trabajo por proyectos basado en datos .....	82
2.3.2. Trabajo colaborativo .....	84
2.3.3. Uso de tecnología .....	85
2.3.4. Grupo control .....	91
2.4. Análisis de datos .....	91
<b>3. Resultados .....</b>	<b>92</b>
3.1. Análisis de normalidad .....	93
3.2. Prueba de Wilcoxon .....	94
3.3. Prueba U de Mann-Whitney .....	95
3.4. Estudio del impacto de la intervención educativa en la actitud global del alumnado hacia la estadística (hipótesis 1) .....	97
3.5. Estudio del impacto de la intervención educativa en la ansiedad del alumnado hacia la estadística (hipótesis 2) .....	99
3.6. Estudio del impacto de la intervención educativa en la percepción del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología (hipótesis 3) .....	101
3.7. Estudio del impacto de la intervención educativa en el afecto del alumnado hacia la estadística (hipótesis 4) .....	104
<b>4. Discusión .....</b>	<b>107</b>
<b>5. Conclusiones y limitaciones .....</b>	<b>112</b>
<b>CAPÍTULO VI. RELACIONES ENTRE EL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA Y LAS ACTITUDES DEL ALUMNADO EN EL MARCO DE UN PROYECTO DE ANÁLISIS DE DATOS CON TECNOLOGÍA (ESTUDIO 3) .....</b>	<b>114</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>115</b>
1.1. Hipótesis .....	116
<b>2. Metodología .....</b>	<b>116</b>
2.1. Participantes .....	116
2.2. Instrumentos de evaluación .....	117
2.2.1. Prueba de evaluación del aprendizaje de estadística .....	117
2.2.2. Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología .....	119
2.3. Procedimiento .....	119
2.4. Análisis de datos .....	121
<b>3. Resultados .....</b>	<b>121</b>
3.1. Evaluación del aprendizaje de la estadística .....	122
3.2. Relación entre actitudes y aprendizaje .....	123

4. <i>Discusión</i> .....	125
5. <i>Conclusiones y limitaciones</i> .....	127
<b>CAPÍTULO VII. IMPACTO DEL TRABAJO COLABORATIVO EN EL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA: RESOLVER UN RETO A TRAVÉS DE ANÁLISIS DE DATOS DE FORMA COLABORATIVA Y CON TECNOLOGÍA (ESTUDIO 4)</b> .....	<b>130</b>
1. <i>Introducción</i> .....	131
1.1. <i>Hipótesis</i> .....	131
2. <i>Metodología</i> .....	132
2.1. <i>Participantes</i> .....	132
2.2. <i>Instrumentos de evaluación</i> .....	132
2.2.1. <i>Prueba de evaluación de aprendizaje de estadística: grupal</i> .....	132
2.3. <i>Procedimiento</i> .....	133
2.4. <i>Análisis de datos</i> .....	134
3. <i>Resultados</i> .....	135
3.1. <i>Aprendizaje de la estadística</i> .....	136
3.1.1. <i>Pre y post intervención</i> .....	136
3.1.2. <i>Impacto de las variables independientes</i> .....	138
3.2. <i>Interacciones intragrupal</i> .....	149
3.2.1. <i>Indicadores de inteligencia colectiva</i> .....	149
3.2.2. <i>Interacciones dialógicas</i> .....	151
4. <i>Discusión</i> .....	154
5. <i>Conclusiones y limitaciones</i> .....	157
<b>CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES FINALES</b> .....	<b>160</b>
1. <i>Conclusiones</i> .....	161
1.1. <i>Implicaciones educativas de la investigación</i> .....	163
2. <i>Limitaciones y futuras líneas de investigación</i> .....	167
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>172</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>196</b>
<i>Anexo 1. Artículo publicado – Estudio 1 de la tesis</i> .....	197
<i>Anexo 2. Artículo publicado – Estudio 3 de la tesis</i> .....	198
<i>Anexo 3. Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología</i> .....	199
<i>Anexo 4. Primera propuesta del cuestionario de actitudes hacia la estadística – 22 ítems</i> .....	200
<i>Anexo 5. Carta para los expertos</i> .....	201
<i>Anexo 6. Prueba de evaluación del aprendizaje de la estadística - individual</i> .....	205
<i>Anexo 7. Prueba de evaluación del aprendizaje de la estadística – grupal</i> .....	208

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> ESTRATEGIAS TRABAJADAS DURANTE EL PROYECTO .....	43
<b>TABLA 2.</b> PRUEBA DE KMO Y BARTLETT .....	68
<b>TABLA 3.</b> PRUEBA DE KMO Y BARTLETT .....	68
<b>TABLA 4.</b> ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA CON ROTACIÓN VARIMAX.....	69
<b>TABLA 5.</b> CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA CON USO DE TECNOLOGÍA .....	70
<b>TABLA 6.</b> ACTIVIDADES DE TRABAJO DEL PROYECTO .....	89
<b>TABLA 7.</b> PRUEBAS DE NORMALIDAD (GE) .....	93
<b>TABLA 8.</b> PRUEBAS DE NORMALIDAD (GC) .....	93
<b>TABLA 9.</b> WILCOXON: COMPARACIÓN ENTRE MEDIDAS PRE-POST DE GE Y PRE-POST DE GC .....	95
<b>TABLA 10.</b> COMPARACIÓN DE LAS MEDIDAS PRE Y POST ENTRE GE Y GC .....	96
<b>TABLA 11.</b> NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS PRETEST Y POSTEST DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE DE ESTADÍSTICA.....	122
<b>TABLA 12.</b> COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE TODAS LAS VARIABLES .....	124
<b>TABLA 13.</b> PRUEBA DE NORMALIDAD .....	136
<b>TABLA 14.</b> NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ENTRE EL RESULTADO TOTAL PRETEST Y POSTEST DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE: GRUPAL E INDIVIDUAL .....	136
<b>TABLA 15.</b> NIVEL DE SIGNIFICACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS PRETEST Y POSTEST DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE GRUPAL: GLOBAL Y POR PREGUNTAS.....	137
<b>TABLA 16.</b> RESULTADOS MANOVA – DIFERENCIA ENTRE NOTAS .....	139
<b>TABLA 17.</b> RESULTADOS MANOVA – FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DIFERENCIA DE NOTAS .....	139
<b>TABLA 18.</b> APRENDIZAJE COLABORATIVO Y GÉNERO PREDOMINANTE .....	146
<b>TABLA 19.</b> RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ESTADÍSTICA POR GRUPOS.....	150
<b>TABLA 20.</b> INDICADORES DE INTELIGENCIA COLECTIVA .....	150
<b>TABLA 21.</b> EJEMPLO DE EPISODIO DISPUTATIVO.....	153
<b>TABLA 22.</b> TIPOS DE HABLA POR GRUPOS .....	153



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> ESTRATEGIAS TRABAJADAS DURANTE EL PROYECTO .....	42
<b>FIGURA 2.</b> BLOQUES DE ACTIVIDADES .....	45
<b>FIGURA 3.</b> ELEMENTOS DEL ESTUDIO Y LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE ELLOS .....	52
<b>FIGURA 4.</b> ÍNDICE DE VALIDEZ DE CONTENIDO – CONSENSO FINAL .....	67
<b>FIGURA 5.</b> MOMENTOS DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	79
<b>FIGURA 6.</b> DEFINICIÓN DE LAS SEIS ESTRATEGIAS DE LA INTERVENCIÓN .....	81
<b>FIGURA 7.</b> INTERVENCIÓN SPIDAS .....	82
<b>FIGURA 8.</b> EJEMPLO DE HOJA DE RUTA DE UN GRUPO PEQUEÑO.....	86
<b>FIGURA 9.</b> EJEMPLO DE GRÁFICO DEL CODAP .....	87
<b>FIGURA 10.</b> EJEMPLO DE INFOGRAFÍA DE UN GRUPO PEQUEÑO.....	88
<b>FIGURA 11.</b> ACTITUD GLOBAL PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=64; PUNTUACIÓN MÍNIMA=16) .....	98
<b>FIGURA 12.</b> ANSIEDAD PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=20; PUNTUACIÓN MÍNIMA=5).....	99
<b>FIGURA 13.</b> ÍTEMS ANSIEDAD PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=4; PUNTUACIÓN MÍNIMA=1) .	100
<b>FIGURA 14.</b> TECNOLOGÍA PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=24; PUNTUACIÓN MÍNIMA=6) ....	102
<b>FIGURA 15.</b> ÍTEMS TECNOLOGÍA PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=4; PUNTUACIÓN MÍNIMA=1) .....	103
<b>FIGURA 16.</b> AFECTO PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=20; PUNTUACIÓN MÍNIMA=5).....	104
<b>FIGURA 17.</b> ÍTEMS AFECTO PRE-POST DE GE Y GC Y GE VS. GC (PUNTUACIÓN MÁXIMA=4; PUNTUACIÓN MÍNIMA=1) ....	105
<b>FIGURA 18.</b> DEFINICIÓN DE LAS SEIS ESTRATEGIAS DE LA INTERVENCIÓN .....	118
<b>FIGURA 19.</b> PUNTUACIONES MEDIAS DEL PRETEST Y POSTEST DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE DE ESTADÍSTICA: TOTAL Y POR PREGUNTAS .....	123
<b>FIGURA 20.</b> MOMENTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	134
<b>FIGURA 21.</b> PUNTUACIONES MEDIAS DEL PRETEST Y POSTEST DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE GRUPAL: TOTAL Y POR PREGUNTAS .....	138
<b>FIGURA 22.</b> DIAGRAMA DE CAJAS AGRUPADO, DE NOTA, POR TIPOLOGÍA DE PRUEBA Y POR MOMENTO DE INTERVENCIÓN .	140
<b>FIGURA 23.</b> HISTOGRAMA DE LOS INCREMENTOS ENTRE PRETEST Y POSTEST.....	142
<b>FIGURA 24.</b> COMPARACIÓN PRE-POST DE LA EVALUACIÓN INDIVIDUAL Y GRUPAL: 28 GRUPOS QUE INCREMENTAN LA PUNTUACIÓN GRUPAL Y LA INDIVIDUAL DE LA MAYORÍA DE SUS MIEMBROS .....	144
<b>FIGURA 25.</b> COMPARACIÓN PRE-POST DE LA EVALUACIÓN INDIVIDUAL Y GRUPAL: DIFERENCIAS ENTRE SEXOS (17 GRUPOS)	147
<b>FIGURA 26.</b> COMPARACIÓN PRE-POST DE LA EVALUACIÓN INDIVIDUAL Y GRUPAL: DIFERENCIAS ENTRE SEXOS (11 GRUPOS)	148



## Resumen

Diversos estudios previos han demostrado, por un lado, que muchos estudiantes muestran ansiedad hacia la estadística y, por otro lado, que las actitudes del alumnado podrían tener un impacto en el rendimiento académico. Muchos investigadores señalan cómo el uso de intervenciones educativas innovadoras mejora las actitudes y el aprendizaje. A partir de estos avances científicos, esta tesis pretende contribuir a la investigación sobre el diseño y la aplicación de métodos innovadores en la enseñanza de la estadística aplicando metodologías que no se han combinado previamente (aprendizaje basado en proyectos, análisis de datos, trabajo colaborativo y uso de tecnología), con el fin de mejorar las actitudes y el aprendizaje de estadística. Para lograr estos objetivos generales, se han realizado cuatro estudios de investigación.

Esta tesis, primero, aporta a través del primer estudio la elaboración y validación exploratoria de un cuestionario para evaluar la actitud del alumnado de secundaria hacia la estadística con uso de tecnología. Segundo, se diseña, se implementa y se evalúa una intervención educativa basada en proyectos y orientada a la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología. Así pues, en el segundo, tercer y cuarto estudio se analiza el impacto de esta intervención en las actitudes de los estudiantes hacia la estadística y en su aprendizaje. Concretamente, la investigación se ha realizado en el marco de un Proyecto internacional de Erasmus+, nombrado *Strategic Partnership for Innovative in Data Analytics in Schools (SPIDAS)*.

Como enfoque metodológico, se diseñó un estudio de investigación cuasi-experimental en el que participaron 174 estudiantes de secundaria (segundo estudio), divididos en un grupo experimental y un grupo control. Para algunos estudios de la tesis se ha seguido un proceso de investigación de estudio de caso (tercer y cuarto estudio) y una metodología mixta (cuarto estudio), en los que nos hemos centrado en el grupo experimental para analizar y discutir los resultados del logro académico en estadística y las actitudes del alumnado hacia la asignatura.

Nuestros hallazgos evidencian, en primer lugar, un cuestionario con propiedades psicométricas idóneas para la evaluación de las actitudes hacia la estadística con uso de tecnología, en alumnado español de educación secundaria. En segundo lugar, los resultados muestran que la intervención innovadora, SPIDAS, ejerce un impacto positivo en las actitudes generales de los estudiantes hacia la estadística y en su rendimiento (individual y grupal). El alumnado del grupo experimental disminuyó su ansiedad después de la intervención y aumentó su afecto y actitud positiva hacia el uso de la tecnología para aprender estadística. Por el contrario, los estudiantes del grupo control no muestran ningún efecto positivo en sus actitudes. En tercer lugar, se revela que existe una relación positiva entre las actitudes hacia la estadística y el rendimiento académico. En cuarto lugar, se expone que las interacciones dialógicas influyen en el desarrollo de una tarea grupal.

Finalmente, esta tesis contribuye con un cuestionario que puede ser un instrumento útil para el profesorado en la evaluación del impacto de intervenciones innovadoras en el aprendizaje de la estadística. Por otra parte, también aportamos una metodología innovadora que favorece las actitudes del alumnado hacia la estadística y su aprendizaje y les proporciona estrategias de análisis de datos, tan necesarias para la vida diaria y para entender múltiples situaciones cotidianas.

**Palabras clave:** actitudes, análisis de datos, cuestionario, psicometría, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en proyectos, tecnologías interactivas

## Resum

Diversos estudis previs han demostrat, per una banda, que molts estudiants senten ansietat vers l'estadística i, per altra banda, que les actituds de l'alumnat podrien tenir un impacte en el rendiment acadèmic. Molts investigadors assenyalen com l'ús d'intervencions educatives innovadores millora les actituds i l'aprenentatge. A partir d'aquests avenços científics, aquesta tesi pretén contribuir a la investigació sobre el disseny i l'aplicació de mètodes innovadors a l'ensenyament de l'estadística, aplicant metodologies que no s'han combinat anteriorment (aprenentatge basat en projectes, anàlisi de dades, treball col·laboratiu i ús de tecnologia), per tal de millorar les actituds. Per assolir aquests objectius generals, s'han dut a terme quatre estudis d'investigació.

Aquesta tesi, primer, aporta a través del primer estudi l'elaboració i la validació exploratòria d'un qüestionari per avaluar l'actitud de l'alumnat de secundària cap a l'estadística amb ús de tecnologia. Segon, es dissenya, s'implementa i avalua una intervenció educativa basada en projectes i orientada a la resolució col·laborativa d'un repte sobre estadística amb tecnologia. Així doncs, en el segon, tercer i quart estudis s'analitza l'impacte d'aquesta intervenció en les actituds dels estudiants vers l'estadística i el seu aprenentatge. Concretament, la investigació s'ha realitzat en el marc d'un Projecte internacional d'Erasmus+, anomenat *Strategic Partnership for Innovative in Data Analytics in Schools (SPIDAS)*.

Respecte l'enfocament metodològic, es va dissenyar un estudi de recerca quasi-experimental en el que van participar 174 estudiants de secundària (segon estudi), dividits en un grup experimental i un grup control. En alguns estudis de la tesi s'ha seguit un procés de recerca d'estudi de cas (tercer i quart estudis) i una metodologia mixta (quart estudi), en els quals ens hem centrat en el grup experimental per a analitzar i discutir els resultats del rendiment acadèmic en estadística i les actituds de l'alumnat vers l'assignatura.

Els resultats evidencien, en primer lloc, un qüestionari amb propietats psicomètriques idònies per a l'avaluació de les actituds vers l'estadística amb ús de tecnologia, en alumnat espanyol d'educació secundària. En segon lloc, els resultats mostren que la intervenció innovadora, SPIDAS, exerceix un impacte positiu en les actituds generals dels estudiants vers l'estadística i en el seu rendiment (individual i grupal). L'alumnat del grup experimental va disminuir la seva ansietat després de la intervenció i va augmentar l'afecte i l'actitud positiva vers l'ús de la tecnologia per aprendre estadística. Per contra, els estudiants del grup control no mostren cap efecte positiu en les seves actituds. En tercer lloc, es revela que hi ha una relació positiva entre les actituds vers l'estadística i el rendiment acadèmic. En quart lloc, s'exposa que les interaccions dialògiques influeixen en el desenvolupament d'una tasca grupal.

Finalment, aquesta tesi contribueix amb un qüestionari que pot ser un instrument útil per al professorat en l'avaluació de l'impacte d'intervencions innovadores en l'aprenentatge de l'estadística. També aportem una metodologia innovadora que afavoreix les actituds de l'alumnat vers l'estadística i el seu aprenentatge i els ensenya estratègies d'anàlisi de dades, tant necessàries per a la vida diària i per entendre múltiples situacions quotidianes.

**Paraules clau:** actituds, anàlisi de dades, qüestionari, psicomètria, aprenentatge col·laboratiu, aprenentatge basat en projectes, tecnologies interactives

## Abstract

Previous educational research claims, on one hand, that many students show anxiety towards statistics and, on the other hand, the impact of students' attitudes toward learning on academic performance. Many researchers investigate to what an extent innovative methodology could improve students' attitudes towards statistics and its learning. Based on these scientific advances, this thesis aims to contribute to the research on the design and application of innovative methods in statistics teaching by applying methodologies that have not been previously combined (project-based learning, data analysis, collaborative work and the use of technology), in order to improve attitudes. To accomplish these general objectives, four research studies have been carried out.

This thesis, to begin with, provides through the first study the development and exploratory validation of a questionnaire to assess the attitude of secondary school students towards statistics with the use of technology. Secondly, it designs, implements and evaluates a project-based educational intervention oriented to the collaborative resolution of a challenge on statistics with technology. Thus, the impact of this intervention on students' attitudes towards statistics and its learning is analysed in the second, third and fourth studies. Specifically, the research has been carried out in the framework of an International Erasmus+ Project, named *Strategic Partnership for Innovative in Data Analytics in Schools (SPIDAS)*.

As a methodological approach, a quasi-experimental research study was designed involving 174 secondary school students (second study), divided into an experimental group and a control group. For some of the studies in the thesis, a case study research process (third and fourth studies) and a mixed methodology (fourth study) were used, in which we have focused on the experimental group to analyse and discuss the results of academic achievement in statistics and student attitudes towards the subject.

Our findings show, firstly, a questionnaire with psychometric properties suitable for the assessment of attitudes towards statistics with the use of technology, in Spanish secondary school students. Secondly, the results show that the innovative intervention, SPIDAS, has a positive impact on students' general attitudes towards statistics and on their performance (individual and group). Students in the experimental group decreased their anxiety after the intervention and increased their affect and positive attitude towards using technology to learn statistics. In contrast, students in the control group do not show any positive effect on their attitudes. Thirdly, it is revealed that there is a positive relationship between attitudes towards statistics and academic performance. Fourthly, it is stated that dialogical interactions influence the development of a group task.

Finally, this thesis provides a questionnaire that can be a useful instrument for teachers to evaluate the impact of innovative interventions in the learning of statistics. Furthermore, we also contribute with an innovative methodology that favours students' attitudes towards statistics and its learning and provides them with data analysis strategies, so necessary for daily life and to understand multiple everyday situations.

**Keywords:** attitudes, data analysis, questionnaire, psychometrics, collaborative learning, project-based learning, interactive technologies



# **CAPÍTULO I.**

---

## **Introducción general**

## 1. Origen y problemática de la investigación - Motivación

Como psicóloga, una de mis inquietudes es el bienestar emocional de las personas y saber cómo ayudar a mejorar sentimientos que dificultan una óptima respuesta o conducta por parte del individuo. También a raíz de mi formación como psicóloga, creo firmemente que la comunicación está en la base de cualquier tipo de relación sana y de un buen aprendizaje. El tercer ingrediente principal que falta, para que la combinación de estos tres aspectos explique mi motivación para la realización de esta tesis, es la investigación. En 2014 empecé a adentrarme en el mundo de la investigación de la mano del grupo de investigación consolidado de la Universitat de Lleida, COnTic (Cognición y Contexto mediado por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación), gracias a una beca de introducción a la investigación. El grupo está coordinado por la Dra. Manoli Pifarré, Profesora Titular del área de Psicología Evolutiva y de la Educación, y directora de la presente tesis. Participando en diferentes estudios y analizando diversas tareas de investigación, poco a poco me he ido dando cuenta de que la investigación tiene un papel fundamental en la evolución y mejora constante de prácticamente todas las áreas de nuestra sociedad; por supuesto, también en concreto para el trabajo que nos incumbe, la educación y los procesos de aprendizaje.

La investigación que se presenta a continuación, es fruto de un trabajo compartido con el grupo de investigación COnTic y el proyecto internacional de Erasmus+ *Strategic Partnership for Innovative in Data Analytics in Schools – SPIDAS*. En este proyecto vi reflejados mis intereses, comentados en el párrafo anterior. Con la realización del estado del arte de la investigación, nos encontramos con múltiples estudios que señalan la ansiedad u otras actitudes negativas que experimentan muchos alumnos hacia el aprendizaje de la estadística. Por otro lado, uno de los objetivos principales del proyecto SPIDAS es enseñar al alumnado estrategias de análisis de datos para que sean futuros ciudadanos críticos con los datos que les rodean: desde las noticias sobre economía, política, educación, empleo, etc. hasta las facturas de la luz, vienen acompañadas de gráficos y múltiples datos. Por este uso real y diario del análisis de datos, es importante que investigadores y profesorado busquemos soluciones para acercar al alumnado a la estadística y disipar sus miedos y rechazo. Por lo tanto, ahí surgió mi motivación como psicóloga de aportar mi granito de arena para un cambio positivo de la enseñanza de la estadística.

El contexto de partida de la investigación se localiza al tener en cuenta que a través del uso de las tecnologías digitales se generan a diario grandes cantidades de datos y 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, los datos no tendrán ninguna utilidad. La alfabetización estadística y concretamente, el análisis de



datos, son imprescindibles en nuestra vida cotidiana. Es un conocimiento que no se limita al manejo de unos cálculos y procedimientos, sino que es la capacidad de comprender y valorar críticamente los datos y resultados estadísticos que nos rodean, para que nos ayude a analizar de forma más consciente la realidad y tomemos mejores decisiones personales y profesionales (Ferreira & Teixeira, 2021). 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).

Nuestro estudio se centra en estudiar el impacto de una experiencia de aprendizaje basada en un proyecto colaborativo, mejorado con tecnología y basado en datos, en las actitudes del alumnado de secundaria hacia la estadística. Para ello, primero hemos tenido que elaborar un cuestionario para evaluar las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con uso de tecnología. También nos interesaba conocer otros aspectos, como: si la mejora de las actitudes influiría en el aprendizaje de estadística; si la intervención educativa implementada y la mejora de las actitudes individuales ayudaría en el aprendizaje colaborativo, y cómo influyen las interacciones dialógicas en la realización de una tarea grupal.

### **1.1. Contextualización de la investigación**

El trabajo presentado en esta tesis es el resultado de un proceso de investigación llevado a cabo con un grupo de 428 estudiantes de 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria, de dos centros educativos concertados de Lleida: Colegio Claver de Raimat y el Colegio Maristes Montserrat. De toda la muestra, 254 alumnos de 2º y 3º de educación secundaria, participaron en el primer estudio para validar de forma exploratoria el cuestionario de actitudes hacia la estadística. Los 174 estudiantes restantes son de 2º de educación secundaria y participaron en los otros estudios de la tesis, divididos entre un grupo experimental y un grupo control. El alumnado del grupo experimental ha seguido una intervención educativa innovadora para resolver un reto de estadística de forma colaborativa con uso de tecnología. La tesis se centra en estudiar el impacto que tiene la propuesta educativa en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con tecnología y en su rendimiento académico (individual y grupal). La tesis también compara el aprendizaje en grupo con el individual y profundiza en cómo las interacciones dialógicas influyen en el desarrollo de una tarea grupal.

## 2. Organización de la tesis

Con la intención de facilitar su lectura y comprensión, esta tesis doctoral se divide y se organiza en torno a 8 capítulos. Después de presentar una visión general de todo el trabajo en este primer capítulo, el *capítulo II* contiene el marco teórico, que aporta los fundamentos teóricos de la tesis doctoral a través de la revisión de los tres ejes teóricos siguientes: 1) teoría sociocultural del aprendizaje, 2) la estadística en la sociedad del conocimiento y metodologías innovadoras que incentivan su aprendizaje, y 3) tecnología, interacción y aprendizaje.

El *capítulo III* concreta el diseño de investigación: se descubren los objetivos de investigación, la intervención educativa que se sitúa en el marco del proyecto SPIDAS y el enfoque metodológico utilizado. Al final del capítulo se introducen los cuatro estudios que dan sentido a todo el trabajo.

Los *capítulos IV, V, VI y VII* se corresponden cada uno a un estudio diferente de la tesis:

- ⇒ *Capítulo IV: Estudio 1* “Actitudes en secundaria: Validación exploratoria de un cuestionario para evaluar las actitudes del alumnado hacia la estadística con uso de tecnología”
- ⇒ *Capítulo V: Estudio 2* “Efectos de una intervención educativa para resolver un reto estadístico de forma colaborativa con tecnología, en las actitudes hacia la estadística con tecnología”
- ⇒ *Capítulo VI: Estudio 3* “Relaciones entre el aprendizaje de la estadística y las actitudes del alumnado en el marco de un proyecto de análisis de datos con tecnología”
- ⇒ *Capítulo VII: Estudio 4* “Impacto del trabajo colaborativo en el aprendizaje de la estadística: resolver un reto a través de análisis de datos de forma colaborativa y con tecnología”

El *capítulo VIII* expone las conclusiones generales de la investigación, aunque estas van emergiendo a lo largo de los cuatro estudios. En este capítulo se recopilan los resultados de cada uno de los estudios y también se detallan las aportaciones y limitaciones de la tesis doctoral.

Para terminar, al final de los 8 capítulos están las referencias bibliográficas y los anexos que complementan y robustecen la investigación.

## **CAPÍTULO II.**

---

### **Marco teórico**

## 1. Teoría sociocultural del aprendizaje

El impacto de los grupos pequeños de trabajo en el aprendizaje colectivo e individual (Eastridge & Benson, 2020; Liu *et al.*, 2020; Vance, 2021) tiene sus orígenes en la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), que determina que el aprendizaje y el desarrollo humano se deben a la experiencia social. A través de la interacción con otras personas surgen nuestras ideas y opiniones, las compartimos y generamos nuevas ideas y aprendizajes, que interiorizamos. Vygotsky (1978) define la *interiorización* como el proceso que permite a las personas apropiarse y utilizar, sin ninguna ayuda, los conocimientos adquiridos en la dimensión social. De las diversas investigaciones que han adoptado la perspectiva sociocultural para analizar la influencia de la interacción social en el proceso de aprendizaje, nos guiamos por las de Mercer (2013) y Wegerif (2015). Según estos autores, el enfoque dialógico implica una profundización de la visión sociocultural, poniendo énfasis en destacar la naturaleza dinámica e interactiva del proceso de aprendizaje (Wegerif & Mercer, 1997). Por lo tanto, esta tesis adopta la perspectiva sociocultural del aprendizaje para explicar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Los aspectos más destacados de esta perspectiva, en la que se fundamenta la presente investigación, son los tres que se explican en los subapartados siguientes: 1) el lenguaje, 2) el desarrollo de mentes sociales y 3) el aprendizaje dialógico y colaborativo.

### 1.1. El lenguaje

El pensamiento se estructura a través del lenguaje. Siguiendo a los dos autores que guían la perspectiva sociocultural de este trabajo, encontramos por un lado a Mercer (2013), que destaca a través de su teoría de *cerebro social* la importancia del lenguaje en la interacción social para el desarrollo cognitivo individual. Un grupo de sujetos pueden interpensar mediante el diálogo, es decir, conectar sus mentes para comprender un problema común, concebir soluciones y resolverlo. Los conocimientos adquiridos durante la actividad intelectual grupal pasan de la esfera intermental (interacción y ayuda de todos los miembros) a la intramental (valerse por uno mismo). El autor destaca tres fases del aprendizaje colaborativo: a) *apropiación* – comprender las ideas y argumentos de los otros; b) *co-construcción* – combinar las ideas para crear estrategias nuevas y mejores, en grupo, y c) *transformación* – consenso y nuevo entendimiento compartido. En entornos educativos es clave desarrollar la capacidad de interpensar para enriquecer el aprendizaje del alumnado y, por lo tanto, su inteligencia colectiva. Ahora bien, para que el aprendizaje en grupo surja o para que sea mayor, la conversación entre los miembros debe ser óptima y cumplir determinadas características. Mercer (2019) señala tres tipos de conversaciones educativas: disputativa, acumulativa y exploratoria o dialógica. Primero, el habla *disputativa* se

caracteriza por desacuerdos entre los miembros del grupo, toma de decisiones individuales, rechazo de otros puntos de vista y/o incluso faltas de respeto. El habla disputativa también se caracteriza por intercambios breves que radican en afirmaciones y contra afirmaciones, sin ningún tipo de razonamiento ni avance en la discusión. Segundo, el habla *acumulativa* se define por un diálogo basado en repeticiones y confirmaciones, fijado en aspectos superficiales, sin profundizar, sin argumentar y sin hacer críticas constructivas a las ideas de los compañeros. En cuanto al tercer tipo, el habla *exploratoria*, se caracteriza por un diálogo constructivo, basado en un intercambio de argumentos y razonamientos de las ideas. Además, las ideas de los otros miembros del grupo se cuestionan y se pide justificación, a través de críticas constructivas. El habla exploratoria es la ideal, por ser la que permite la evolución y la co-construcción y transformación del conocimiento.

Por otro lado, Wegerif (2015) sigue en la misma línea y hace hincapié en la perspectiva dialógica del aprendizaje, que realza la importancia del diálogo. Para crear un espacio dialógico, basado en un diálogo igualitario, cada miembro del grupo debe contribuir con argumentos para consensuar en todo momento aquello que se debate. Wegerif *et al.* (1999) sostienen que la calidad de la reflexión individual está entrelazada con la colectiva. Se destaca cómo el lenguaje interno y el pensamiento se ven influenciados por factores externos. Inicialmente, el lenguaje se emplea como medio de comunicación en interacciones sociales, pero con el tiempo evoluciona hacia una habilidad intrapsicológica, convirtiéndose en una herramienta para pensar y para regular el propio comportamiento. Esto subraya la conexión entre el enfoque dialógico del aprendizaje y la perspectiva sociocultural, ambas resaltando la importancia de la conversación en el proceso de adquisición de conocimiento.

## **1.2. Desarrollo de cerebros sociales**

En base a los avances recientes en psicología evolutiva y antropología, se plantea que la cognición humana es fruto de nuestra evolución como seres sociales, por lo cual, somos inherentemente *cerebros sociales* desde el nacimiento (Mercer, 2013). A diferencia de otras especies animales, este hecho nos permite constituir relaciones sociales complejas. Se apoya en la explicación de Grist (2009) al explicar que nuestra conciencia de los demás surge debido a que nuestros cerebros pueden emplear la *teoría de la mente* (Premack & Woodruff, 1978), que es el proceso cognitivo de atribuir pensamientos a los demás, así como la cognición social (Fiedler & Bless, 2001).

La noción de *cerebro social* fue introducida por el antropólogo Dunbar (1998), quien generó debate sobre el vínculo entre la interacción social y las capacidades mentales individuales. Esta visión recalca que la naturaleza de la inteligencia humana es fundamentalmente de carácter social, dado que la evolución nos ha proveído de

cerebros que nos permiten desenvolvernó eficientemente en situaciones y contextos sociales complejos.

Partiendo de la definición de Mercer (2013), el *cerebro social* se refiere a la manera que tienen las personas de manejar la complejidad informacional y emocional de la vida social para lograr sus objetivos personales. Este autor sostiene que nuestros cerebros son sociales porque están configurados para el razonamiento y la acción colectiva. Mercer (2013) respalda que las personas se involucren socialmente para pensar colectivamente en busca de metas compartidas. Además, también expone que nuestra habilidad evolutiva para el pensamiento colectivo permite a cada nueva generación beneficiarse de la sabiduría acumulada de su comunidad. En este marco social, la educación desempeña un rol importante; los niños comprenden su sociedad y entorno más inmediato a través de diálogos con cuidadores, de la participación en actividades grupales y de reflexiones sobre experiencias personales. Por lo tanto, las capacidades del *cerebro social* de cada niño se desarrollan mediante interacciones sociales (Mercer, 2013).

### **1.3. Aprendizaje dialógico y colaborativo**

La presente investigación siguió una teoría sociocultural que conceptualiza el aprendizaje como una actividad social basada en la intersubjetividad y las interacciones dialógicas (Wegerif *et al.*, 2019). Desde esta perspectiva, la promoción del aprendizaje colaborativo implica trabajar explícitamente reglas básicas, procesos interaccionales y un tipo de habla exploratoria (Mercer, 2019). La conversación exploratoria mejora las actitudes hacia el aprendizaje ya que facilita la exploración y la comprensión de contenidos, y promueve la intersubjetividad entre los miembros del grupo en el momento de crear, conjuntamente, nuevos conocimientos y mayor comprensión (Gómez, 2016; Knight & Mercer, 2015; Mercer *et al.*, 2019). El diálogo también es muy importante para una mejor organización y gestión del grupo. Mercer *et al.* (2019) exponen la idea de usar el diálogo como medio para descubrir conjuntamente soluciones más efectivas a eventuales dificultades que nos podamos encontrar. De esta manera, el razonamiento no es únicamente una herramienta individual, sino que también adquiere relevancia al abordar problemas de forma conjunta; es decir, nos referimos al razonamiento colectivo.

Hay un concepto que ha ganado popularidad en los últimos años en el ámbito del comportamiento humano, que es el de Inteligencia Colectiva. Se ha difundido a partir del estudio llevado a cabo por Woolley *et al.* (2010), en el que definen que la inteligencia colectiva se basa en que cuando las personas colaboran en grupos para realizar diversas tareas, su rendimiento conjunto en esas tareas supera el promedio individual, considerando las calificaciones de cada miembro del grupo.

Woolley *et al.* (2010) aportan evidencia científica de que existe una inteligencia colectiva que explica el rendimiento de un grupo de personas ante diferentes actividades. Los autores nombran “factor *c*” a esta inteligencia colectiva, que, en sus dos estudios con 699 individuos, no correlaciona con la puntuación media ni con la puntuación máxima de inteligencia individual de los miembros del grupo. A su vez, el “factor *c*” es mejor predictor del desempeño del grupo en las distintas tareas realizadas (*acertijos visuales, generar ideas, hacer juicios morales colectivos y negociar sobre recursos limitados*), que la inteligencia media o máxima individual del grupo. Los resultados de las correlaciones realizadas en este estudio, apuntan a tres factores como promotores de la inteligencia colectiva: 1) sensibilidad social, 2) distribución igualitaria de los turnos de intervención, y 3) el número de mujeres en el grupo. Para valorar la sensibilidad social, pasaron el Test de la Mirada de Baron-Cohen *et al.* (2001). El test mide la habilidad de reconocer pensamientos, emociones y sentimientos de los demás (teoría de la mente) y al igual que en otros estudios, las mujeres de la muestra de Woolley *et al.* (2010) puntuaron más alto que los hombres en sensibilidad social. En otro estudio de estos autores (Woolley & Aggarwal, 2020), se corroboró una conclusión similar al abordar tareas más complejas, como jugar ajedrez contra una computadora o completar tareas de diseño arquitectónico complicado. Liao y Tan (2021) concuerdan en que la inteligencia colectiva es mejor que la individual para resolver problemas cognitivos complejos. Además, también afirman que los resultados van más allá de combinar solamente la inteligencia media individual de cada uno y que aumenta con la experiencia, la diversidad social y la sensibilidad de los miembros del grupo.

Para promover la inteligencia colectiva en los grupos, Liu *et al.* (2020) señalan a través de un estudio experimental en el que se ha incentivado la competición tanto intergrupala como intragrupo, que la competición intergrupala puede favorecer la colaboración intragrupo. Esto sería debido a que cada miembro del grupo aumentaría y mejoraría sus contribuciones de forma voluntaria para compartir y construir conocimientos conjuntamente, para enriquecer los resultados de su grupo. Así pues, la competencia intergrupala puede impulsar al alumnado a ser más creativo y, por ende, aumentar su inteligencia colectiva, con el objetivo común de tener un mejor desempeño que los otros grupos. Finalmente, los autores concluyen que la competencia intragrupo no facilita la aportación y la construcción de conocimiento entre los miembros, ya que disminuyen las contribuciones en el grupo y se preocupan por sí mismos.

Concretamente en el aprendizaje de la estadística, los estudiantes que han participado en el estudio de Vance (2021) reportaron una mayor mejoría en su aprendizaje del pensamiento estadístico y análisis de datos, a través de un trabajo colaborativo en grupos pequeños. En la investigación de Eastridge y Benson (2020), con alumnado universitario, también se han obtenido mejores resultados en el grupo que ha realizado la prueba de evaluación estadística, de forma colaborativa. En este estudio

no solamente han comparado un grupo experimental con un grupo control (prueba individual), sino que han analizado dos grupos experimentales: uno, ha realizado primero la prueba de forma colaborativa y luego de forma individual, y el otro, primero la prueba individual y luego la misma, de forma colaborativa. Por lo tanto, el grupo que mejores resultados y actitudes ha obtenido ha sido el que ha contestado primero la prueba de forma colaborativa, en comparación con el grupo que primero la ha realizado de forma individual y con el grupo control que solamente ha realizado la prueba individual.

Tenório *et al.* (2021) añaden otra variable importante al sostener que la inteligencia colectiva, que definen como la colaboración de varios sujetos para realizar diferentes tareas, incrementa con el uso de tecnologías. La tecnología facilita la difusión de las ideas entre los miembros del grupo de forma rápida, fácil y segura. Wegerif (2015) también destaca los beneficios de la tecnología para el grupo de trabajo, como artefacto que moldea el pensamiento y facilita la puesta en común de todas las aportaciones. Defiende que la combinación de diálogo exploratorio con tecnología puede ayudar al alumnado a pensar colectivamente, es decir, a aprender a pensar. La tecnología ofrece un espacio de andamiaje que permite al alumnado expandir y guardar sus ideas creadas.

Nájar y Morales (2020) presentan un modelo de aprendizaje llamado SECI - Socialización, Externalización, Combinación e Interiorización- para mejorar la inteligencia colectiva en grupos que trabajan colaborativamente contenido de tecnología, con uso de tecnología (alumnado universitario de Licenciatura en Información y Tecnología). SECI presenta la *socialización* como el medio a través del cual se construye el conocimiento (de individuo a individuo); la *externalización* como los conocimientos que pasan del individuo al grupo, cuando cada miembro comparte reflexiones significativas; la *combinación* como el conocimiento que se construye en el grupo, a partir de los conocimientos previos individuales, y la *internalización* como el conocimiento que pasa del grupo al individuo. Defienden que un grupo puede aportar siempre más conocimiento que una sola persona, indiferentemente de si trabajan cara a cara o en un contexto virtual. A diferencia de las anteriores investigaciones, Nájar y Morales (2020) presentan un nuevo enfoque que define la inteligencia colectiva como resultado de la colaboración y competencia entre alumnado y la tecnología. Es decir, la inteligencia colectiva representa las soluciones que emergen de la sinergia entre la información, la tecnología/Internet y los expertos humanos, que aprenden continuamente a través de internet y otras tecnologías. En los cuatro pasos del modelo SECI, la tecnología tiene una función relevante ya que es el espacio de interacción entre los miembros del grupo, donde comparten sus ideas, argumentos y modelos mentales. En un estudio posterior, Nájar y Morales (2021), enfatizan dos aspectos que se requieren



para crear inteligencia colectiva: rol activo del alumnado y que haya creación de contenido durante el proceso de aprendizaje.

En la misma línea, Menezes *et al.* (2021) declaran que la inteligencia colectiva es fruto de la combinación de la recogida y análisis de datos, del uso de tecnología y de diferentes habilidades humanas de colaboración.

Tenório *et al.* (2021) llevaron a cabo una revisión sistemática para determinar cómo se ha usado la inteligencia colectiva en entornos de aprendizaje virtuales e identificar los beneficios y/o dificultades de su uso. Concluyen que son diversos los estudios que demuestran el impacto positivo de la inteligencia colectiva en el ámbito de la educación: mejora el aprendizaje del alumnado a través de una participación más activa y también se promueven habilidades individuales clave, como son el trabajo en equipo, la creatividad, la comunicación y la colaboración.

Si bien es cierto que la tecnología brinda apoyo para la adquisición y uso de las habilidades necesarias para el aprendizaje colaborativo, por sí misma no tiene un impacto en el alumnado que no ha desarrollado procesos de aprendizaje colaborativo (Labonté & Smith, 2022). Así pues, se requiere de una enseñanza explícita de unas pautas que se deben seguir para conseguir crear este espacio dialógico y lograr un aprendizaje colaborativo efectivo.

En el [apartado 3.1.](#) del presente capítulo se detallarán las características de la tecnología que favorecen la interacción y el aprendizaje.

Por lo tanto, para poder valorar el impacto que tiene el trabajo grupal en el aprendizaje individual, se deben dar las condiciones anteriores y nombradas en este apartado, durante el trabajo en grupo. Al ser condiciones que se pueden enseñar, en la intervención educativa aplicada en el presente estudio y nombrada *Strategic partnership for Innovative in Data Analytics in Schools* (SPIDAS, en adelante) se han diseñado unas condiciones que favorecen el trabajo colaborativo: grupos pequeños de trabajo, de 3-4 miembros; enseñanza explícita de reglas necesarias para desarrollar un habla exploratoria; trabajo colaborativo con tecnología. Liu *et al.* (2020) apoyan firmemente el uso del aprendizaje colaborativo, con un intercambio de conocimientos centrado en el alumnado, ya que es la manera de estimular la participación activa de los estudiantes y la interacción entre iguales.

## 2. La estadística en la sociedad del conocimiento

### 2.1. Importancia de la estadística en el mundo actual

La sociedad digital genera diariamente una gran cantidad de datos. No obstante, a pesar de que estos datos tienen un potencial enorme, no serán útiles a la sociedad si los ciudadanos no desarrollan las estrategias necesarias para convertir estos datos en conocimiento y en acciones. Además, en prácticamente todas las áreas de nuestra vida tenemos que afrontar diversas tomas de decisiones que requieren del desarrollo de la capacidad de interpretar y de analizar datos.

Por lo tanto, existe una creciente demanda de ciudadanos con las habilidades y la creatividad necesarias para realizar tomas de decisiones basadas en datos (Frischemeier *et al.*, 2022). Por ejemplo, el Informe con las Directrices para la Evaluación y la Instrucción en la Educación Estadística (GAISE) (Franklin *et al.*, 2005) para alumnado de hasta 12 años enfatiza explícitamente la necesidad de implementar programas sobre análisis de datos para enseñar a los estudiantes a: formular preguntas que puedan ser respondidas usando datos, aprender a recoger datos, organizar datos, crear gráficos con datos para responder a sus preguntas. Por ello, muchos autores que han relacionado el manejo y la comprensión de los datos con la alfabetización estadística, defienden la necesidad de la enseñanza de la estadística como herramienta que puede ayudar en el desarrollo de ciudadanos competentes para el mundo actual, capaces de elaborar un razonamiento estadístico entendido como un proceso de investigación, que engloba resolución de problemas y toma de decisiones ajustadas y soportadas por el análisis de datos (Carver *et al.*, 2016; Díaz-Levicoy *et al.*, 2019; Franco & Alsina, 2022).

En este contexto, existe la necesidad de estudios que innoven y amplíen las mejores prácticas en la enseñanza de la estadística en los centros educativos mediante el análisis de datos apoyado por tecnología a través de un enfoque de aprendizaje basado en proyectos (Chew & Dillon, 2014; Koparan & Güven, 2014). Numerosas investigaciones apuntan al impacto positivo de la tecnología en las actitudes de los estudiantes, por lo que la enseñanza impulsada por tecnología se convierte en una herramienta pedagógica útil para la enseñanza y el aprendizaje de la estadística (Emmioğlu & Capa-Aydin, 2012; Ramirez *et al.*, 2012).

En cuanto a actitudes, en el siguiente [apartado 2.4.](#) de este capítulo se explicarán los beneficios aportados por las metodologías pedagógicas empleadas. A lo largo del documento nos centramos en 3 dimensiones concretas de las actitudes (*ansiedad, aprendizaje de la estadística con tecnología, afecto*), que resultan del *Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología* (Cujba & Pifarré, 2024) y que se presenta en el [capítulo IV.](#)

### 2.1.1. Enseñanza y aprendizaje de la estadística en el currículum escolar

Las autoridades educativas de España reconocen la necesidad de tener ciudadanos estadísticamente cultos que puedan comprender los múltiples datos e informes estadísticos oficiales, y tomar así, decisiones informadas. Además, se trata de un objetivo básico en una sociedad democrática (Veloso *et al.*, 2021). La estadística se enseña en nuestro país desde hace 30 años, a nivel de Educación Secundaria Obligatoria (ESO en adelante). Fue a partir del año 2006 con los nuevos Decretos de Enseñanzas Mínimas (MEC, 2006; MEC, 2007a; MEC, 2007b; MEC, 2007c) que se introdujo también en la Educación Primaria, a partir de los 6 años de edad. De esta forma, la estadística abarca todos los niveles educativos.

Las competencias educativas en España son responsabilidad de las distintas comunidades autónomas, aunque hay una coordinación central del Ministerio de Educación. De esta manera, se garantiza la máxima homogeneidad posible en todo el país. Los contenidos definidos en las normas estatales para la enseñanza de la estadística y obligatorios en todo el país, son los siguientes (MEC, 2006; MEC, 2007b; MEC, 2007c):

- *Educación Primaria*. Los contenidos de estadística se ubican en uno de los cuatro bloques de la asignatura de Matemáticas, llamado Bloque *Tratamiento de la información, azar y probabilidad*. En esta etapa educativa, el alumnado aprende a interpretar gráficos de barras y pictogramas, recoger algunos datos, construir e interpretar tablas y finalmente, conceptos como media, moda y rango.
- *Educación Secundaria Obligatoria*. De los seis bloques en los que se dividen las Matemáticas, uno es el de *Estadística y probabilidad*. En esta etapa, el alumnado profundiza en la creación de gráficos más complejos, aprenden los tipos de frecuencias, a interpretar de forma crítica la información, probabilidad condicional, frecuencia relativa, y conceptos como la mediana, dispersión, asimetría y valores atípicos.
- *Bachillerato*. De las diferentes especialidades de Bachillerato, la asignatura de Matemáticas está presente en la de Ciencia y Tecnología y en Ciencias Sociales. En el Bachillerato de Ciencia y Tecnología se imparte estadística y probabilidad en uno de los cuatro bloques de contenido, durante el primer curso. En la especialidad de Ciencias Sociales se estudia estadística y probabilidad en ambos cursos, siendo uno de los tres bloques de contenidos. En las dos modalidades de Bachillerato se estudian las variables estadísticas bidimensionales, la correlación, la regresión, la probabilidad compuesta y condicional, el Teorema de Bayes, y la distribución binomial y normal.

A continuación, nos centraremos y explicaremos la situación de la estadística en el currículum de Educación Secundaria Obligatoria de Cataluña, representativo de la muestra del estudio.

#### 2.1.1.1. Enseñanza y aprendizaje de la estadística en educación secundaria

Aunque actualmente se ha aprobado el Decreto 175/2022 (27 de septiembre) de ordenación de las enseñanzas de educación básica, en el momento de la implementación del presente estudio estaba vigente el Decreto 187/2015 de 25 de agosto. Es más, este Decreto sigue en vigor durante el curso académico 2022-2023 para los cursos de 2º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria (tal como se presentará en el apartado correspondiente, la muestra del estudio ha sido de 2º de la ESO).

Así pues, se detalla a continuación la enseñanza de estadística según el Decreto 187/2015 (25 de agosto). En Cataluña, hay 12 competencias básicas del ámbito de las matemáticas, repartidas entre las siguientes cuatro dimensiones: 1) resolución de problemas, 2) razonamiento y prueba, 3) conexiones, y 4) comunicación y representación. Los conocimientos de estadística forman parte del contenido clave de las 12 competencias (Burgués & Sarramona, 2017):

- *C1. Traducir un problema a lenguaje matemático o a una representación matemática utilizando variables, símbolos, diagramas y modelos adecuados.* Se trabaja el sentido de la estadística y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado aprende a entender el significado de los datos y a crear gráficos, para resolver y dar sentido a diversos problemas.
- *C2. Emplear conceptos, herramientas y estrategias matemáticas para resolver problemas.* Se trabajan métodos estadísticos de análisis de datos para resolver problemas: el alumnado aprende a explicar el proceso, justificarlo y comprobar la corrección y razonabilidad de la solución.
- *C3. Mantener una actitud de investigación ante un problema, ensayando estrategias diversas.* Se trabajan métodos estadísticos de análisis de datos: el alumnado desarrolla una actitud de investigación ante un problema, buscando propuestas diferentes cuando la inicial falla.
- *C4. Generar preguntas matemáticas y plantear problemas.* Se trabaja el sentido de la estadística y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado aprende a generar preguntas o problemas que conlleven generalización y que sean coherentes con el contexto en que se plantean.
- *C5. Construir, expresar y contrastar argumentaciones para justificar y validar las afirmaciones que se hacen en matemáticas.* Se trabaja el sentido de la estadística y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado desarrolla argumentaciones matemáticas a través de procesos de inducción y deducción.

- *C6. Emplear el razonamiento matemático en entornos no matemáticos.* Se trabaja el sentido de la estadística y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado aprende a utilizar el razonamiento matemático en otras disciplinas y en la vida cotidiana de forma autónoma, reflexiva y crítica.
- *C7. Usar las relaciones que hay entre las diversas partes de las matemáticas para analizar situaciones y para razonar.* Se trabajan datos, tablas y gráficos estadísticos: el alumnado aprende a relacionar diferentes bloques de contenidos, como por ejemplo los números, la estadística y la geometría, para analizar situaciones y para construir razonamientos.
- *C8. Identificar las matemáticas implicadas en situaciones cercanas y académicas y buscar situaciones que se puedan relacionar con ideas matemáticas concretas.* Se trabajan métodos estadísticos de análisis de datos y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado aprende a identificar las matemáticas implicadas en situaciones cotidianas y a utilizar los conocimientos matemáticos para describirlas y analizarlas.
- *C9. Representar un concepto o relación matemática de varias maneras y usar el cambio de representación como estrategia de trabajo matemático.* Se trabajan datos, tablas y gráficos estadísticos: el alumnado aprende a representar conceptos de diversas maneras y a escoger la más adecuada en cada caso para resolver el problema (dibujos, esquemas, tablas, figuras geométricas o gráficos).
- *C10. Expresar ideas matemáticas con claridad y precisión y comprender las de los otros.* Se trabajan datos, tablas y gráficos estadísticos y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado aprende a utilizar el lenguaje matemático para expresar ideas (símbolos, gráficos, figuras, tablas, esquemas, etc.). Desarrollan la capacidad de describir (*el qué*), explicar (*el porqué*), justificar (*el porqué del porqué*), interpretar (*yo creo que...*) y argumentar (*es así porque...*), utilizando un lenguaje adecuado.
- *C11. Emplear la comunicación y el trabajo colaborativo para compartir y construir conocimiento a partir de ideas matemáticas.* Se trabajan métodos estadísticos de análisis de datos y el sentido y medida de la probabilidad: el alumnado aprende a comunicar la solución de un problema en público, argumentando el proceso, exponiendo los límites del modelo utilizado y su grado de precisión y generando preguntas que permitan avanzar en el proceso de ampliación del pensamiento matemático.
- *C12. Seleccionar y usar tecnologías diversas para gestionar y mostrar información, y visualizar y estructurar ideas o procesos matemáticos.* Se trabajan datos, tablas y gráficos estadísticos y métodos estadísticos de análisis de datos: los alumnos aprenden a utilizar las tecnologías para facilitar los cálculos y los procesos repetitivos, y centrar así, sus recursos cognitivos en el contenido. Aprenden a utilizar programas de creación de diagramas y de creación de gráficos estadísticos y funcionales.

## **2.2. Dificultades en el aprendizaje de la estadística**

La investigación educativa realizada hasta la fecha permite afirmar que las actitudes que presentan los estudiantes hacia el aprendizaje de una asignatura influyen en los resultados que finalmente obtienen. En este sentido, las evidencias científicas que se aportan desde múltiples estudios han constatado que las actitudes positivas contribuyen a la obtención de mejores resultados y de un aprendizaje más significativo de las matemáticas y la estadística (por ejemplo: Albelbisi & Yusop, 2018; Dowker *et al.*, 2019; Kharuddin & Ismail, 2017; Muñoz *et al.*, 2018; Silva & Sousa, 2020).

No obstante, con frecuencia 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. A menudo, se percibe la estadística como un conjunto de fórmulas y gráficos con escasa aplicación en la vida real. Este hecho dificulta el desarrollo del razonamiento estadístico en estudiantes y adultos ante temas importantes que afectan sus vidas (Garfield & Ben-Zvi, 2007).

Así mismo, aparte de la incompreensión de la aplicación real de la estadística, el rechazo hacia esta materia también se explica por la extendida y ya conocida ansiedad matemática (Szczygieł & Pieronkiewicz, 2021), debido a la percepción del alumnado de que la estadística incluye una gran carga de contenido matemático (Akbayır, 2019; Escalera-Chávez & Rojas-Kramer, 2019; Gal & Ginsburg, 1994; Luttenberger *et al.*, 2018).

Por todo ello, muchos estudiantes no desarrollan una actitud favorable hacia el aprendizaje de la estadística. Al no entender la utilidad de la materia, este alumnado desarrolla actitudes negativas hacia el contenido estadístico como, por ejemplo, ansiedad (Gal & Ginsburg, 1994; Williams, 2015).

## **2.3. Las actitudes y el aprendizaje de la estadística**

A continuación, presentaremos los hallazgos y las conclusiones de la literatura sobre el impacto de las actitudes en el aprendizaje de contenido matemático, enfocándonos sobre todo en la parte de estadística. No obstante, primero, definiremos qué entendemos por *actitud* en el contexto que concierne a esta tesis. Esclarecer que a lo largo del libro se utilizan los términos estadística y matemáticas 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 (Akbayır, 2019; Comas *et al.*, 2017). Además, el alumnado tiene la percepción de que la estadística incluye una gran carga de contenido matemático (Akbayır, 2019).

¿Qué concebimos por actitudes? Las actitudes son 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). Es decir, las actitudes son expectativas que tiene el alumnado sobre futuras experiencias relacionadas con materias ya conocidas (en la presente investigación, la estadística). Así pues, en función de las expectativas que cada alumno tiene, mostrará una reacción u otra en la clase de estadística. Desde el punto de vista psicológico, una actitud es una condición mental que se moldea a través de la experiencia y condiciona las reacciones de una persona hacia un objeto o fenómeno relacionado y sobre futuras experiencias (Ashaari *et al.*, 2011). En la misma línea, los psicólogos sociales definieron *actitud* como un rasgo de las personas que influye directamente en su comportamiento (Di Martino & Zan, 2015).

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). Las actitudes afectan las capacidades cognitivas del alumnado, de manera que unas actitudes negativas dificultan la capacidad de atención. Con una actitud positiva hacia el aprendizaje de la estadística, los estudiantes podrían percibir la relevancia de esta materia e intentar mejorar su rendimiento. Concretamente, las actitudes positivas favorecen mejores resultados y un aprendizaje más significativo en el ámbito de las matemáticas y la estadística (Albelbisi & Yusop, 2018; Dowker *et al.*, 2019; Kharuddin & Ismail, 2017; Muñoz *et al.*, 2018; Rodríguez-Santero & Gil-Flores, 2019; Silva & Sousa, 2020). 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.

Como consecuencia de lo expuesto hasta ahora, un gran número de investigaciones señalan que las actitudes negativas inciden negativamente en el rendimiento académico y en el desarrollo de procesos de aprendizaje (Emmioğlu & Capa-Aydin, 2012; García-Fernández *et al.*, 2011; Ramirez *et al.*, 2012). De los 17 estudios revisados por Ramirez *et al.* (2012), que relacionan actitudes hacia la estadística

y rendimiento académico, 15 demostraron que las actitudes positivas llevan a un mayor rendimiento académico y las actitudes negativas a un menor rendimiento académico. En la misma línea, a través de un meta-análisis, Emmioğlu y Capa-Aydin (2012) han examinado la relación entre las actitudes de alumnado de secundaria hacia la estadística y los resultados obtenidos en los cursos de estadística. Informaron que en la mayoría de estudios correlacionan positivamente las actitudes con el rendimiento. En el mismo sentido, 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.

#### **2.4. Metodologías innovadoras para el aprendizaje de la estadística**

Para favorecer el aprendizaje de los contenidos de estadística es necesario que el alumnado muestre actitudes propicias hacia la asignatura, las cuales se pueden favorecer a través de intervenciones educativas innovadoras. Desde estas propuestas, se defiende la necesidad de utilizar en menor medida métodos de enseñanza tradicional, caracterizados por clases expositivas centradas en el docente y un rol pasivo del alumnado, y potenciar métodos de enseñanza que incluyan, entre otras, las cinco variables educativas siguientes: a) aprendizaje centrado en el alumno; b) aprendizaje por proyectos y la resolución de problemas o retos reales y próximos al alumnado; c) habilidades y herramientas de análisis de datos; d) aprendizaje colaborativo y e) el uso de nuevas tecnologías como herramientas mediadoras de procesos de aprendizaje clave (Chew & Dillon, 2014; Savelsbergh *et al.*, 2016).

Los métodos de enseñanza innovadores de la estadística tienen como denominador común la superación de algunas de las dificultades de la enseñanza más tradicional y que tienen un impacto negativo en el desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje de la estadística y el análisis de datos. Entre las limitaciones de la enseñanza tradicional para promover actitudes positivas hacia el aprendizaje, se señala que ésta no contextualiza el contenido y dificulta que los estudiantes puedan relacionar



los conceptos aprendidos con la vida cotidiana. Siguiendo la misma idea, Lalayants (2012) expone que el miedo que sienten un grupo de estudiantes universitarios de Trabajo Social hacia el aprendizaje de estadística, se debe, entre otros, a la falta de conexión entre sus estudios y la estadística, ya que no entienden cómo aplicar el contenido de esta materia a la vida real. El mismo grupo de universitarios declaran que para disminuir la ansiedad les ayudaría encontrar los siguientes aspectos en sus clases de estadística: ejercicios de resolución de problemas prácticos para la vida real relacionados con su profesión; profesores que estén atentos a los sentimientos negativos del alumnado; enseñanza más dinámica por parte del profesorado; más sesiones de trabajo con el ordenador, y aprender en grupos pequeños de trabajo, en vez de trabajo individual.

El uso de las tecnologías parece ser una característica destacada de las metodologías innovadoras, que se ha extendido cada vez más en las aulas para el aprendizaje de todas las asignaturas curriculares. Por medio de una revisión sistemática sobre entornos de aprendizaje basados en tecnología con orientación metacognitiva, Verschaffel *et al.* (2019) concluye que la mayoría de estudios muestran resultados positivos en relación al aprendizaje de las matemáticas. Los estudios de la revisión se implementaron en educación primaria y secundaria, y cuanto mayor es el nivel educativo más variedad de contextos de aprendizaje con tecnología han encontrado, entre los cuales destacan: práctica asistida por ordenador, libros electrónicos de educación, sistemas de tutoría inteligente, juegos educativos, multimedia y entornos de aprendizaje colaborativo apoyados por ordenador. En esta misma línea argumental, el estudio de Hwa (2018) compara los resultados de una intervención en educación primaria de aprendizaje de las matemáticas que sigue una metodología tradicional (grupo control) con los de una intervención basada en juegos digitales (grupo experimental). Los resultados proyectan que los estudiantes del grupo experimental sienten más motivación e interés hacia el contenido matemático y su evaluación post-intervención es superior a la del grupo control.

En el apartado [3. Tecnología, interacción y aprendizaje](#) se discutirán las evidencias científicas que la investigación educativa destaca sobre los beneficios del uso de tecnologías en la enseñanza y aprendizaje del contenido de estadística. Respecto a las metodologías innovadoras que promueven el uso de tecnología, nos centraremos, a continuación, en el aprendizaje por proyectos y en el trabajo colaborativo, que son las que caracterizan la intervención educativa del presente estudio.

#### **2.4.1. El aprendizaje basado en proyectos (PBL)**

El aprendizaje por proyectos (PBL, por sus siglas en inglés) es una metodología que está en auge en los últimos años y que se caracteriza por la introducción de las cinco

variables educativas siguientes: 1) aprendizaje centrado en el alumno, 2) contenido contextualizado, 3) trabajo dividido en fases de investigación, 4) trabajo colaborativo y 5) resolución de problemas (Haatainen & Aksela, 2021; Markulin *et al.*, 2021). A continuación, presentamos una revisión de estudios que destacan los principales beneficios del aprendizaje por proyectos en el aprendizaje de las matemáticas y la estadística. Dado la prolífica investigación en este campo, se analizarán principalmente los estudios que incorporan los ejes pedagógicos que han fundamentado el diseño, la implementación y evaluación de nuestra intervención educativa SPIDAS.

Al comparar los resultados de una intervención basada en proyectos en un grupo experimental de educación secundaria, con una intervención tradicional en un grupo control, Koparan y Güven (2014) afirman que las actitudes del alumnado del grupo experimental han resultado significativamente más positivas que en el grupo control. Igualmente, Özdemir *et al.* (2015) presenta los resultados después de comparar un grupo experimental que ha participado en un proyecto matemático realista (un reto o problema estrechamente ligado a la vida diaria), con un grupo control que ha seguido un método tradicional para los mismos contenidos, y concluyen que el aprendizaje basado en proyectos es más efectivo y mejora las actitudes del alumnado. Esta metodología facilita la creación de un ambiente creativo en clase, donde la mayoría de estudiantes perciben el proyecto como una actividad divertida. Con la guía del profesor, el alumnado expresa aprender no solamente los conceptos matemáticos, sino también el sentido de la responsabilidad y de trabajo en grupo, manteniendo siempre una comunicación respetuosa. Por otro lado, el alumnado del grupo control expresa que el aprendizaje le resulta aburrido y difícil, y, además, aparecen problemas entre compañeros de clase (Özdemir *et al.*, 2015).

Batanero y Díaz (2011) analizan los beneficios del PBL y concretamente, aplicado a la enseñanza de la estadística. Según estas autoras, las características principales que los proyectos deben incluir son tres: deben ser realistas, abiertos y adaptados al nivel del alumnado. Además de la mejora del aprendizaje de conceptos, Batanero y Díaz (2011) defienden la necesidad de mejorar las actitudes del alumnado hacia la estadística, para que estos aprendan a valorar la relevancia que tiene esta materia para el desarrollo científico y económico. Para conseguirlo y que el alumnado sea consciente de la aplicación real de la estadística, Batanero y Díaz (2011) remarcan la importancia de contextualizar los datos en los proyectos. Este aspecto incentiva el interés y la motivación del alumnado, más aún si pueden escoger el problema ellos mismos. El interés hacia la estadística se consigue cuando el alumnado se da cuenta de que la estadística es una herramienta que le permite investigar y resolver un problema que sea de su interés. Estas autoras sugieren que, para contextualizar el contenido estadístico a través de proyectos, hay que presentar al alumnado las diferentes fases de una investigación estadística: planteamiento de un problema, decisión sobre los datos a

recoger, recogida y análisis de datos, conclusiones sobre el problema planteado. De esta manera, los datos tienen significado para el alumnado porque forman parte de un problema y deben ser interpretados.

En esta misma línea argumental se sitúa el trabajo de Santos (2016), que también resalta la necesidad de trabajar el contenido matemático a través de resolver problemas reales y añade la necesidad de que el problema se resuelva en pequeños grupos y con la ayuda de tecnologías digitales. En el mismo sentido, Alvis-Puentes *et al.* (2019) respalda el aprendizaje de las matemáticas a través de ambientes de aprendizaje reales (investigaciones reales). Los autores presentan la experiencia de una clase de 3º de la ESO, de Colombia, en la que se llevaron a cabo cálculos relacionados con cobros de la empresa de servicio público de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de su ciudad, a partir de una factura real emitida a una familia: a través de los cálculos, el alumnado ha comprendido qué se cobra y como se calcula el pago. Reinterpretar la realidad que les rodea y manipular datos reales, ayuda a los estudiantes a consolidar los conocimientos matemáticos.

Una de las características destacadas del trabajo por proyectos es que el alumnado tenga un rol activo y se convierta en el centro de su aprendizaje. Diversos autores como, por ejemplo, Moreno-Guerrero *et al.* (2020), defienden la necesidad de aplicar métodos de enseñanza activos, en los que el alumnado sea el centro de atención y se responsabilice de su propio proceso de aprendizaje, mientras que el rol del docente debe ser de guía durante todo el proceso. Bateiha *et al.* (2020) presentan un diseño cuasi-experimental con grupos experimental y control, donde el grupo experimental aprendió un curso introductorio de estadística siguiendo un enfoque de aprendizaje centrado en el alumno. Este enfoque, caracterizado por un rol del docente de guía para el aprendizaje individual del alumnado fuera del aula y para las discusiones de grupos pequeños en clase, ha impulsado una mejora del afecto de los estudiantes hacia el aprendizaje de estadística. Concretamente, el alumnado del grupo experimental afirmó haber aumentado la confianza en sus capacidades matemáticas (Bateiha *et al.*, 2020).

Chong *et al.* (2019) también presentan resultados favorables de un grupo de alumnos de educación secundaria de Brunei que han mejorado su afecto (creencias) hacia las matemáticas, a través de un aprendizaje de la materia caracterizado por actividades no-rutinarias y contextualizadas en problemas reales y con un rol activo del alumnado. Los autores emplean el concepto “creencias” para referirse a la respuesta del alumnado sobre: la importancia de las matemáticas y su aplicabilidad en la vida real, la dificultad de las matemáticas, y la confianza en uno mismo para aprender matemáticas. La propuesta educativa seguía el marco de resolución de problemas RECCE-MODEL, definido por los 5 principios siguientes: 1) *Realista* (problemas no rutinarios, para desarrollar habilidades de resolución de problemas matemáticos y

habilidades de pensamiento); 2) *Educativa* (experiencias educativas activas, que integren todo el contenido curricular estipulado por el Ministerio de Educación); 3) *Contextual* (resolver problemas de la vida real, para que el alumnado dé sentido al contenido que aprende); 4) *Cognitiva* (fomentar habilidades de pensamiento y comunicación a través de buscar soluciones, explorar patrones y formular predicciones, en grupo) y 5) *Evaluación* (reflexión del profesorado sobre su estilo de enseñanza, para mejorar las competencias matemáticas del alumnado).

Recientemente, y junto con la aparición de tecnologías interactivas, han surgido nuevas formas de tratar los datos (especialmente a través de visualizaciones interactivas de datos), y han evolucionado nuevas formas de pensar y comprender datos complejos (Engel, 2017; Rao *et al.*, 2023; Sutherland & Ridgway, 2017). En este contexto, diversos autores han visto la necesidad de llevar a cabo estudios que introduzcan la perspectiva del análisis de datos a la hora de diseñar el PBL en la enseñanza de la estadística (Kazak *et al.*, 2021; Zotou *et al.*, 2020). Desde esta perspectiva, el análisis de datos se entiende como un proceso de involucrar a los estudiantes de manera creativa en la exploración de datos para comprender mejor nuestro mundo, sacar conclusiones, tomar decisiones y hacer predicciones, y evaluar de forma crítica las acciones presentes/futuras a seguir (Fujita *et al.*, 2018). El análisis de datos no se centra en el aprendizaje de procedimientos matemáticos sino en comprender e interpretar datos para resolver un problema de la vida real (Chew & Dillon, 2014). Además, el análisis de datos refuerza el papel activo de los estudiantes en el aprendizaje de la estadística, ya que estos deben hacer el esfuerzo por centrarse en el proceso de comprensión e interpretación de los datos para abordar un problema de la vida real. Se anima a los alumnos a que resuelvan el problema, ya que el profesor actúa como guía y no les aportará la solución.

#### **2.4.2. El trabajo colaborativo**

El aprendizaje colaborativo es otro aspecto clave que presentamos y, aunque 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 (Fredriksen, 2021; Lyons *et al.*, 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 el presente estudio se han seguido las recomendaciones de Mercer *et al.* (2019) y Kazak *et al.* (2014), que explicamos a lo largo de este apartado.

Uno de los aspectos que de forma unánime se recomienda fomentar en los trabajos por proyectos es el trabajo y el aprendizaje colaborativo, por ser más efectivo que el individual: el alumnado aprende a comunicarse de forma asertiva, percibe las clases como más divertidas y motivadoras, gana autonomía, y aprende estrategias de colaboración (Fredriksen, 2021; Lyons *et al.*, 2021; Moreno-Guerrero *et al.*, 2020; Ozdamli *et al.*, 2013; Özdemir *et al.*, 2015). Özdemir *et al.* (2015) resalta la importancia del trabajo en grupo en el aula, ya que, al comparar un grupo experimental, que ha seguido un aprendizaje en grupos pequeños, con uno control, el alumnado del grupo experimental mejoró su responsabilidad hacia el aprendizaje, la comunicación con los compañeros y percibieron las matemáticas como más divertidas. En cambio, en el grupo control hubo problemas entre los compañeros de clase y el contenido de la asignatura fue tedioso y difícil para el alumnado. Ozdamli *et al.* (2013) también señala un impacto positivo de la metodología de aprendizaje colaborativo mediado por tecnología. Evaluaron con medidas pre-post de una escala de *Actitud hacia las Matemáticas y Tecnología*, adaptada al turco, un grupo de alumnos de educación secundaria (13 años) que llevaron a cabo un proyecto de matemáticas en grupos de 4-5 miembros: han buscado información, han discutido, han preparado una presentación para realizar ante toda la clase y han compartido su trabajo en una wiki. A través de esta metodología, el alumnado ha mejorado sus actitudes hacia el contenido de matemáticas y hacia el uso de tecnología (Ozdamli *et al.*, 2013). En la misma línea, se sitúa la investigación de Moreno-Guerrero *et al.* (2020), en la que aportan evidencias empíricas que demuestran que la colaboración mejora las actitudes -motivación, autonomía, colaboración, participación, resolución de problemas- y el aprendizaje de matemáticas en alumnado de 1º ESO, al comparar un grupo experimental (aprendizaje colaborativo) y un grupo control (metodología tradicional). Es indudable la eficacia y el impacto del aprendizaje colaborativo en pequeños grupos frente al aprendizaje individual o competitivo, tal como demuestran Pai *et al.* (2015) en su meta-análisis de 124 estudios empíricos. A través del mismo meta-análisis, confirman que la mayoría de profesores utilizan el trabajo colaborativo para que los estudiantes descubran nuevos conocimientos, hagan sus propias verificaciones analizando la información y aprendan a sacar conclusiones.

Para promover el aprendizaje colaborativo, diversas investigaciones señalan la relevancia de trabajar de forma explícita normas de gestión del grupo, procesos de interacción y lenguaje exploratorio (Mercer, 2013). Un diálogo exploratorio mejora las actitudes hacia el aprendizaje ya que facilita la comprensión individual del contenido, debido a la intersubjetividad que se da entre los miembros del grupo al crear nuevos conocimientos y entendimientos conjuntamente (Gómez, 2016; Knight & Mercer, 2015; Mercer *et al.*, 2019).

Para una mejor organización y gestión del grupo, el diálogo es muy importante. Así lo apuntan Kazak *et al.* (2014), que, a través de una intervención basada en trabajo

colaborativo con tecnología, se ha instruido al alumnado a comunicarse con los compañeros de grupo de forma dialógica, siguiendo 5 principios: 1) asegurarse que todos los miembros del grupo aportan ideas; 2) pedir argumentos a los compañeros, escuchar las explicaciones y esforzarse en comprender; 3) interesarse por lo que piensan los demás; 4) tener en cuenta diferentes puntos de vista o métodos alternativos, y 5) intentar llegar a un consenso antes de llevar a cabo una acción con el ordenador. Este estudio, que tenía por objetivo principal enseñar conceptos clave de estadística y probabilidad a alumnado de 11 años, a través del análisis cualitativo del diálogo de los grupos concluyó que el alumnado ha mejorado su comunicación y se ha apropiado e integrado las opiniones de los compañeros, facilitando así el consenso de ideas. En la implementación de la presente investigación se han seguido todas estas recomendaciones de Mercer *et al.* (2019) y Kazak *et al.* (2014).

Otros estudios defienden el beneficio del uso del trabajo colaborativo en el proceso de evaluación. En una investigación con estudiantes universitarios, Kapitanoff y Pandey (2018) destacan que los exámenes colaborativos aportan mejores resultados en estadística, sobre todo en alumnado con resultados previos más bajos y en los que presentan alta ansiedad ante los exámenes. A través de la resolución colaborativa de los exámenes, algunos estudiantes incrementaron su autoconfianza hacia el aprendizaje de la estadística.

### **2.5. Evaluación de las actitudes hacia la estadística: cuestionarios de evaluación**

Autores como Muñoz *et al.* (2018) recomiendan que para disminuir el miedo y la frustración que obstaculizan el aprendizaje de la estadística, profesores e investigadores deben prestar más atención a las creencias y actitudes que desarrolla el alumnado. Para lograrlo, subrayan la importancia de desarrollar instrumentos de evaluación capaces de facilitar información relevante para fines educativos y poder revertir esta situación. Estos autores señalan que hay un déficit de instrumentos adaptados al castellano que evalúen las actitudes del alumnado y subrayan que el escaso número existente, carecen de un análisis psicométrico. Estos autores referencian solamente dos cuestionarios (Cantero & Vázquez, 2008; Palacios *et al.*, 2014) que destacan por su aportación psicométrica, pero ninguno evalúa el aprendizaje de estadística con tecnología. Si el alumnado no mejora sus actitudes hacia la estadística, no será capaz de afrontar con destreza los desafíos del siglo XXI. Por ello, el desarrollo de cuestionarios como el que se presenta en esta tesis puede ser una herramienta útil para conseguir este objetivo.

Para concluir, las investigaciones revelan que la tecnología mejora las actitudes hacia el aprendizaje de la estadística. Asimismo, en las aulas se detecta un incremento del uso de tecnología para el aprendizaje de la estadística, tanto a nivel de educación primaria como de secundaria (Franco & Alsina, 2022). La situación creada por la

pandemia del COVID-19 y el traspaso a la educación virtual que ha conllevado, ha acelerado el incremento de los índices de uso de la tecnología en educación. Por esto mismo, uno de los propósitos de esta tesis es aportar a la comunidad educativa un cuestionario innovador que evalúe la actitud del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con el uso de la tecnología como recurso, ya que, hasta la fecha, no tenemos constancia de ningún cuestionario en español que mida este constructo. Para su elaboración, se han utilizado siete instrumentos ya existentes y validados, seleccionados de la revisión sistemática de Nolan *et al.* (2012), que son: *Students' Attitudes Toward Statistics A* (STATS-A, 1992), *Students' Attitudes Toward Statistics Questionnaire* (SATSQ, 2005), *Students' Attitudes Toward Statistics and Technology Scale* (SASTSc, 2011), *Statistics Attitude Scale* (SASc, 1991), *Attitudes Toward Statistics Scale* (ATS, 1985) y las dos versiones del *Survey of Attitudes Toward Statistics* (SATS-28, 1995; SATS-36, 2003). En el apartado [2.2. Instrumentos](#) (*metodología del Estudio 1*) se detalla el procedimiento seguido y los motivos por los cuales se han escogido estos cuestionarios.

### 3. Tecnología, interacción y aprendizaje

En los últimos años ha habido un creciente interés hacia la interacción entre una pedagogía dialógica y las tecnologías digitales (tabletas, pizarras interactivas, herramientas de comunicación por ordenador), para poder expandir el *espacio dialógico* y la idea de *interpensar* (Major *et al.*, 2018). Major *et al.* (2018) analizan 72 estudios en su revisión sistemática y sugieren que las interacciones y las formas de dialogar mediadas por tecnología, pueden dar lugar a nuevas formas de comunicación y colaboración. Por ejemplo, el hecho de manipular imágenes en pantallas interactivas promueve el pensamiento y el diálogo grupal, y otras tecnologías digitales facilitan las interacciones asincrónicas. Además, la tecnología también puede proporcionar nuevas formas de representar y compartir información, como sería el uso de presentaciones multimedia y herramientas de visualización de datos.

La misma revisión de Major *et al.* (2018) también destaca que la tecnología proporciona nuevas formas de retroalimentación y evaluación, aspecto que puede ayudar al alumnado a reflexionar sobre su propio aprendizaje y a mejorar su capacidad para participar de forma significativa en las discusiones. Los estudiantes están expuestos a perspectivas diferentes y aprenden a tener en cuenta otros puntos de vista, además de ayudar a otros compañeros a comprender aquello que más les cuesta. Como síntesis de la revisión, los autores sugieren que la tecnología puede ser una herramienta valiosa para favorecer el diálogo en el aula. A continuación, incidimos en las características y el rol de la tecnología para un mayor aprendizaje.

### **3.1. Características de las TIC que favorecen la interacción y el aprendizaje**

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 la presente tesis se ha utilizado el software libre CODAP (Common Online Data Analysis Platform, disponible en <http://codap.concord.org>) para la resolución colaborativa de un reto estadístico vinculado a la vida real del alumnado de secundaria. A continuación, se aportarán las evidencias científicas destacadas por la investigación educativa en relación a los beneficios del uso de tecnologías en la enseñanza y aprendizaje de estadística.

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 las matemáticas. En la misma línea, Bray y Tangney (2017) y Sætra (2021) ponen de manifiesto que las tecnologías contemporáneas incentivan la colaboración y facilitan un aprendizaje interactivo y contextualizado de las matemáticas. Además, como la tecnología ofrece de forma inmediata instrucciones y retroalimentación, consigue atraer la atención y el interés del alumnado (Attard & 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- (Attard & Holmes, 2020; Bray & Tangney, 2017).

Las tecnologías interactivas tienen unas características que pueden facilitar la comunicación grupal y enriquecer el desarrollo de estrategias de resolución de problemas (Kazak *et al.*, 2014; Major *et al.*, 2018; Noll *et al.*, 2018). Siguiendo este hilo argumental, Pifarré (2019) destaca las 10 características siguientes como relevantes e influyentes en los beneficios observados durante la implementación de un proyecto STEM en educación secundaria para resolver un problema real en el que se utilizaron diversas tecnologías interactivas (CACOO - <https://cacoo.com/es/> - y Sketchboard - <https://sketchboard.io/>): 1) *accesibilidad* a las ideas de los otros miembros de grupo, 2)



*conectividad*, 3) *visibilidad* simultánea de las ideas compartidas para todos los miembros, 4) *interactividad y respuesta inmediata* a las contribuciones de los compañeros, 5) *manipulación directa* de los archivos/trabajo compartido, 6) *representación multimodal*, que permite una comprensión más profunda de las ideas, 7) *tangibilidad* de la información, ya que puede ser manipulada directamente en el espacio compartido 8) *provisional*, ya que toda la información compartida puede ser eliminada o modificada en cualquier momento, 9) *estabilidad*, ya que toda la información compartida puede ser guardada, y 10) *reutilización*, ya que la información se puede reusar y visitar con el tiempo.

Las tecnologías interactivas han sido esenciales en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística y el análisis de datos. Las tecnologías pueden proporcionar un entorno creativo e interactivo para representar, visualizar y manipular datos, de una manera que estimule a los estudiantes a pensar y aprender a partir de datos complejos. En este sentido, para la intervención docente presentada y utilizada en el estudio de esta tesis, se ha diseñado un entorno de aprendizaje basado en proyectos y mejorado por la tecnología: se promueve el uso de una variedad de herramientas tecnológicas para aprender conceptos estadísticos clave y desarrollar habilidades clave, como, por ejemplo, explorar, comprender e interpretar datos para resolver un problema real. A continuación, presentaremos estudios clave que han utilizado las posibilidades tecnológicas para promover una mejor alfabetización estadística y actitudes positivas hacia la estadística.

Un gran número de trabajos amplifican el potencial de las características de la tecnología para favorecer las actitudes y el aprendizaje de las matemáticas, integrándola en el aula con otras estrategias de enseñanza y aprendizaje que se han mostrado también relevantes para la mejora del aprendizaje en el ámbito de las matemáticas. En este sentido, Bray y Tangney (2017), señalan, a través de un análisis sistemático de 139 estudios sobre el uso de tecnología en la enseñanza de matemáticas, una tendencia hacia tareas constructivistas basadas en la investigación, que apoyan enfoques colaborativos, de resolución de problemas, y la práctica de aprender haciendo (*learning by doing*, en inglés). Defienden que las tecnologías contemporáneas aumentan la colaboración y permiten una aplicación práctica de las matemáticas a través de la visualización, modelado y manipulación, características que brindan un aprendizaje interactivo, dinámico y contextualizado de la materia. Estas cualidades de la tecnología facilitan la experimentación y la prueba de ideas, y logran cambiar la dinámica del aula en la que el profesor dirige la sesión y transmite conocimiento, a una dinámica investigadora centrada en el alumnado. Para Moreno-Guerrero *et al.* (2020), el aprendizaje centrado en el alumno es una característica clave para mejorar las actitudes del alumnado ante el contenido de estadística. Attard y Holmes (2020) sugieren cómo las nuevas tecnologías consiguen colocar al alumno en el centro del proceso enseñanza-

aprendizaje: captan la atención y el interés del alumnado al ofrecer de forma inmediata instrucciones y retroalimentación. Además, la tecnología ofrece a los estudiantes un espacio diferente de comunicación, más allá de la clase (Attard & Holmes, 2020).

### **3.2. El rol de la tecnología en la mejora de las actitudes y el aprendizaje de la estadística**

Los continuos avances científicos y tecnológicos, aparte de un aumento de datos, también implican un mayor uso de las nuevas tecnologías en educación (Krajka, 2021).

Concretamente, en las clases de estadística, las herramientas tecnológicas se emplean cada vez más como una herramienta que puede mediar y promover el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas y retos de estadística. En este sentido, en la investigación educativa que utiliza tecnología en el ámbito de la estadística se constata el uso de estas herramientas para conseguir dos objetivos diferenciados: por un lado, herramientas tecnológicas que se incorporan en los procesos de enseñanza-aprendizaje como ayuda para aprender estadística y por otro, herramientas que se incorporan para hacer estadística (Woodard *et al.*, 2020). Como ejemplos del primer objetivo, la tecnología como una ayuda para aprender estadística, se encuentran los softwares CODAP, Fathom (Fathom Dynamic Data Software, disponible en <https://fathom.concord.org/>) y TinkerPlots (Dynamic Data Exploration, disponible en <https://www.tinkerplots.com/>). El uso de este tipo de software se ha extendido de forma exponencial en todo el mundo ya que tienen un impacto positivo en la mejora de las actitudes del alumnado hacia la estadística y a las ayudas que incorporan para facilitar el aprendizaje de conceptos clave. Como ejemplos de software del segundo objetivo, la tecnología como herramienta para hacer estadística, se encuentran: el software R, Python o Excel. Cabe señalar que este segundo propósito en el uso de la tecnología en el aula de estadística tiene por objetivo más destacado solucionar problemas a través del pensamiento computacional, que consiste en programar algoritmos (Woodard *et al.*, 2020).

El estudio que presentamos en esta tesis doctoral se sitúa en el ámbito del primer objetivo, en el uso de la tecnología como herramienta para ayudar a aprender estadística, y en concreto se ha utilizado el software libre CODAP para la resolución colaborativa de un reto estadístico vinculado a la vida real del alumnado de secundaria.

Numerosas investigaciones han señalado el impacto positivo de la tecnología en las actitudes del alumnado, de manera que los softwares de estadística favorecen la comprensión de conceptos estadísticos, el desarrollo de razonamiento estadístico y ayudan al alumnado a construir conocimientos de forma activa (Anil *et al.*, 2018; Biehler *et al.*, 2013; da Silva & Moura, 2020; Emmioğlu & Capa-Aydin, 2012; Ramirez *et al.*,

2012). Por ejemplo, los softwares de estadística CODAP y TinkerPlots se emplean cada vez más en las aulas por su rapidez y facilidad para crear gráficos dinámicos y medidas estadísticas, y a la posibilidad de trabajar con una gran cantidad de datos (Casey *et al.*, 2020; Mojica *et al.*, 2019; Saldanha & Thibault, 2018). De la misma manera, Biehler *et al.* (2013) concluyen que las características dinámicas y visuales de los paquetes de software educativo, como son TinkerPlots o Fathom, ayudan al alumnado a entender y desarrollar razonamiento estadístico. Concretamente, el uso de TinkerPlots, facilitó al alumnado a sacar conclusiones sobre diferencias entre grupos y a entender la relación entre los datos y el azar a través del modelado (aproximación a la realidad). El uso de la probabilidad para modelar los procesos de generación de datos reales, a través de la opción de muestreo de la que dispone TinkerPlots, es la que permite al alumnado a hacer dichas conexiones entre datos y azar. En la misma línea, pero con una muestra de estudiantes del Norte de Chipre con discapacidad intelectual, Baglama y Yucesoy (2019) indican que el alumnado mejoró sus habilidades matemáticas y las actitudes hacia el aprendizaje de la asignatura mediante el uso de la tecnología. Pasaron una encuesta formada por preguntas relacionadas con los sentimientos del alumnado hacia el aprendizaje de las matemáticas y obtuvieron un número mayor de respuestas positivas en el postest.

Siguiendo el mismo hilo argumental, Gonzalez y Trelles (2019) indican cómo un grupo de estudiantes de 15 años incrementan su motivación a través de actividades de modelado en matemáticas con el uso del software TinkerPlots. En este estudio, se define la modelación como un sistema de aprendizaje que fomenta que el alumnado se haga preguntas y analice situaciones que podrían ser reales a través de las matemáticas. Por su parte, Kazak *et al.* (2014) también muestran cómo estudiantes de 11 años mejoran su comprensión de la estadística con la ayuda de TinkerPlots y mediante trabajo colaborativo en grupos pequeños. Los autores utilizan TinkerPlots como tecnología que media el pensamiento conceptual para investigar diversos sucesos de probabilidad en estadística e identificar patrones. Defienden que este software favorece la mejora de la intuición del alumnado sobre representación y análisis de datos, y facilita la creación de gráficos. Igualmente, Santos (2016) defiende el uso de este tipo de tecnología en la enseñanza de las matemáticas, afirmando que permite a los estudiantes visualizar diferentes patrones y relaciones entre los datos.

En otros estudios, como el de Pilli y Aksu (2013) investigaron el efecto del software Frizbi Mathematics 4 en la motivación, las actitudes y los resultados en matemáticas de un grupo de estudiantes de 4º de primaria. Para evaluar las actitudes utilizaron la Escala de Actitud hacia las Matemáticas (EAM) y para conocer las actitudes hacia el uso de tecnología aplicaron la Escala de Actitud hacia el Aprendizaje Asistido por Computadora (*Computer Assisted Learning Attitude Scale - CALAS*, en inglés). Los resultados mostraron que el software influyó positivamente las actitudes, la

motivación y los resultados del alumnado del grupo experimental. A través de un diseño cuasi-experimental, los resultados del estudio de Eyyam y Yaratón (2014) señalan que el grupo experimental, que aprendió las lecciones de matemáticas utilizando varias herramientas tecnológicas, obtuvo puntuaciones significativamente mayores que el grupo control. Además, los estudiantes presentaron actitudes positivas hacia el uso de tecnología en clase.

Siendo que las actitudes del alumnado influyen notablemente en los procesos y resultados de aprendizaje, consideramos que es fundamental que el profesorado dedique más atención a este aspecto y que sean conscientes de la relevancia de conocer la postura de sus alumnos hacia la estadística. Esta información les sería útil para diseñar e introducir cambios didácticos que tengan un impacto positivo en las actitudes del alumnado, y, por ende, en el aprendizaje y rendimiento matemático. Para ello, nuestro instrumento, que presentamos en el *Estudio 1* de esta tesis, les puede ayudar aportando información relevante sobre cómo vive el alumnado la interacción con la estadística: a) si la tecnología les facilita el aprendizaje y la comprensión, b) si el aprendizaje les parece más agradable gracias al uso de la tecnología, c) si las clases o el contenido de estadística les hace sentir nervios o estrés, d) si perciben la estadística como una asignatura útil y fácil, o no.

## CAPÍTULO III.

---

### Diseño de investigación

## 1. Introducción

En este capítulo se presenta el diseño de la investigación. Primero, se concretan los objetivos y las hipótesis que derivan del marco teórico y que se pretenden alcanzar en cada uno de los estudios que se desarrollan en los siguientes capítulos. A continuación, se contextualiza el proyecto SPIDAS que engloba la intervención educativa llevada a cabo, seguido de una descripción breve de los enfoques metodológicos empleados. Finalmente, se describe el procedimiento general de toda la tesis.

La complejidad de los objetivos y los resultados que se han ido obteniendo, han marcado la necesidad de realizar cuatro estudios. El *primer estudio* era esencial para poder contar con un instrumento validado (de forma exploratoria) que evaluara las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con uso de tecnología y en español. Al contar con un cuestionario para valorar las actitudes, el *estudio 2* se centra en comparar un grupo experimental con un grupo control. Dado los buenos resultados obtenidos y que favorecen al grupo experimental, el *estudio 3* se focaliza en el alumnado de este grupo para buscar relaciones entre las actitudes del alumnado y el aprendizaje de la estadística. Finalmente, al haber detectado una relación positiva entre actitudes y aprendizaje individual, el *estudio 4* indaga si las actitudes y los resultados individuales también implican una mejora del aprendizaje colaborativo de la estadística.

## 2. Introducción a los estudios

A continuación, introducimos brevemente los 4 Estudios que se incluyen en la presente tesis doctoral para ofrecer una visión global de la lógica que los une.

En el [Estudio 1](#) aportamos un *Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología* y se detalla su elaboración y validación exploratoria. También se justifica la necesidad de crear un instrumento de estas características.

Con el [Estudio 2](#) pretendemos demostrar el impacto positivo de una intervención que aúna métodos innovadores no combinados anteriormente, en las actitudes del alumnado hacia la estadística. La investigación tiene un enfoque cuasi-experimental y cuenta con un grupo experimental (sigue la intervención educativa SPIDAS) y un grupo control (sigue una enseñanza más tradicional). Evaluando las actitudes en el momento previo y el posterior a la intervención SPIDAS con el cuestionario presentado en el Estudio 1, se busca revelar una mejoría de las actitudes del alumnado del grupo experimental superior a la del alumnado del grupo control.

El [Estudio 3](#) se centra solamente en el grupo experimental, adoptando un enfoque de estudio de caso, y analiza en profundidad si unas actitudes positivas del alumnado pueden incrementar el aprendizaje individual del contenido de estadística. También estudia si la intervención educativa SPIDAS tiene un impacto positivo en el aprendizaje de estadística.

Para finalizar, en el [Estudio 4](#) se analiza si la intervención educativa -basada en la resolución colaborativa de un reto- puede incidir en la mejora del aprendizaje colaborativo de estadística. Además, se quiere demostrar que el aprendizaje de estadística en grupo es superior al aprendizaje individual. Este último estudio sigue un proceso de investigación de estudio de caso y una metodología mixta de análisis. Uno de los análisis cualitativos del cuarto estudio busca conocer la influencia de las interacciones dialógicas en el desarrollo de una tarea grupal.

## **2.1. Objetivos de investigación**

En este apartado definiremos los objetivos o hipótesis específicos que pretendemos responder a través del desarrollo de los cuatro estudios presentados. Para cada uno de los estudios que forman la investigación, se han establecido objetivos o hipótesis propios, que son:

### ESTUDIO 1

#### *Objetivo general:*

Adaptar y validar de forma exploratoria al español un cuestionario que evalúe las actitudes hacia la estadística con uso de tecnología en secundaria.

#### *Objetivos específicos:*

- 1) Analizar la validez de contenido del instrumento.
- 2) Examinar la validez en función de la estructura interna.
- 3) Valorar la fiabilidad y consistencia interna de la escala.

### ESTUDIO 2

#### *Objetivo general:*

Demostrar que el alumnado que ha seguido la intervención educativa SPIDAS presenta una mejora de sus actitudes superior a la que experimentará el grupo de alumnos y alumnas que ha seguido una intervención tradicional.

*En base a estas expectativas, se han planteado las siguientes hipótesis:*

H1) El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud global hacia la estadística. Este incremento será superior al de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

H2) El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS disminuirá su ansiedad hacia la estadística, a diferencia de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

H3) El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

H4) El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS aumentará su afecto hacia la estadística, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

### ESTUDIO 3

*Objetivo general:*

Identificar si la intervención educativa diseñada, SPIDAS, genera una relación positiva entre las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística y el aprendizaje del contenido.

*Hipótesis:*

H1) 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.

H2) La mejora de las actitudes hacia la estadística se correlaciona positivamente con el aprendizaje individual del contenido de estadística.

H3) 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.

### ESTUDIO 4

*Objetivo general:*

Caracterizar si la mejora de las actitudes y del aprendizaje individual detectadas en los estudios previos, también han llevado a una mejora del aprendizaje colaborativo de la estadística.



### *Hipótesis:*

H1) La intervención educativa, que tiene por objetivo la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología, mejorará el aprendizaje en grupo de estadística.

H2) El aprendizaje de estadística en grupo presenta una mejora estadísticamente significativa más alta que el aprendizaje individual.

H3) Los grupos con mayor puntuación están formados mayoritariamente por alumnado de sexo femenino.

H4) Las interacciones dialógicas influyen en el desarrollo de una tarea grupal.

## **3. Contexto y participantes**

La investigación que se presenta en esta tesis se enmarca en el grupo de Investigación COntIC<sup>1</sup> (Cognición y Contexto y las Tecnologías de la Información y la Comunicación), adscrito al Departamento de Psicología, Sociología y Trabajo Social de la Universitat de Lleida. Es un grupo de investigación consolidado y reconocido por la Generalitat de Cataluña. Se caracteriza por ser un grupo interdisciplinar que reúne profesionales de la Psicología, la Didáctica y la Tecnología, y está dirigido por la Dra. Manoli Pifarré, que también dirige esta tesis doctoral.

En el año 2017, el grupo COntIC se adhirió al equipo de trabajo del Proyecto SPIDAS: *Strategic partnership for Innovative in Data Analytics in Schools*<sup>2</sup> (Número de proyecto: 2017-1- UK01-KA201-036520), que se inició en noviembre del 2017 y finalizó en febrero del 2020. El proyecto ha sido liderado por las universidades de Exeter (Reino Unido), de Lleida y la de Pamukkale (Turquía), y conjuntamente con 7 centros de Exeter y Pamukkale y los centros educativos Maristes, Claver y el Instituto Guindàvols de Lleida, se ha estudiado cómo enseñar al alumnado de secundaria estrategias de análisis de datos.

### **3.1. El proyecto SPIDAS**

Tal como se ha anticipado, la investigación llevada a cabo se ha realizado en el marco del proyecto Erasmus+ SPIDAS – *Strategic Partnership for Innovation in Data Analytics in Schools*. La implementación del proyecto en los tres centros educativos de Lleida fue dirigida por la Dra. Manoli Pifarré.

---

<sup>1</sup> <https://contic.udl.cat>

<sup>2</sup> <https://spidasproject.org.uk/>

El proyecto SPIDAS trabaja con datos relacionados con el tiempo y el cambio climático. Actualmente, la influencia del tiempo y el cambio climático en nuestras vidas es un tema de gran interés entre la población europea y especialmente entre los más jóvenes. La población europea pide unánimemente encontrar respuestas para afrontar el impacto del clima en nuestras vidas. Estas respuestas tienen que ir acorde con la evidencia científica, y el proyecto SPIDAS quiere contribuir a esta necesidad dotando a los futuros ciudadanos europeos con las estrategias de análisis de datos necesarias para que se plantearan preguntas sobre cómo el tiempo afecta nuestras actividades cotidianas; recoger datos reales de forma directa y/o en bases de datos; entender e interpretar los datos recogidos y poder responder de forma crítica y argumentada al problema planteado.

El objetivo principal de la intervención educativa SPIDAS es mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística en secundaria a partir del desarrollo de los cuatro ejes didácticos siguientes: a) aprendizaje centrado en los estudiantes; b) aprendizaje basado en proyectos; c) uso de tecnología como herramienta de pensamiento y mejora de los procesos de resolución de problemas estadísticos y de la toma de decisiones basada en datos, y d) resolución colaborativa de problemas cotidianos. Los objetivos específicos del proyecto son:

- Incrementar la comprensión de los jóvenes sobre las funciones que pueden tener los datos para resolver problemas de la vida real.
- Facilitar a los jóvenes las habilidades estadísticas y TIC/digitales que necesitan para poder utilizar los datos a la hora de abordar estos problemas.
- Ayudar a los jóvenes a adquirir las preguntas, el trabajo en equipo y las habilidades comunicativas necesarias para las carreras de análisis de datos.
- Aumentar el interés y la participación de los jóvenes en temas relacionados con el análisis de datos.
- Incrementar el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad de los estudiantes.
- Mejorar las habilidades, la confianza y la capacidad de los profesores para enseñar análisis de datos, estadística y otras habilidades relacionadas.
- Generar nuevos conocimientos y capacidad para utilizar herramientas de visualización de datos/TIC.
- Mejorar la capacidad de los profesores para diseñar proyectos centrados en el aprendizaje activo.

### **3.1.1. Intervención educativa**

Para conseguir el objetivo de formar ciudadanos críticos con los datos que se generan diariamente, se ha diseñado un proyecto interdisciplinario de ciencias y

matemáticas, que ha planteado al alumnado el reto inicial de estudiar *¿cómo el tiempo modela e incide en nuestras actividades cotidianas?* Durante el proyecto se han diseñado recursos educativos concretos que han ayudado al alumnado a desarrollar seis grandes estrategias de análisis de datos: 1) estrategias para definir el problema; 2) estrategias para considerar qué datos se necesitan para resolver el problema planteado; 3) estrategias para explorar los datos recogidos y ser capaz de encontrar patrones y tendencias que ayuden a entender e interpretar los datos recogidos. Para conseguir este tercer grupo de estrategias de análisis de datos, el proyecto ha estudiado cómo el uso de tecnología que permita la visualización gráfica de los datos puede ayudar en este proceso de comprensión e interpretación de los datos; 4) estrategias para sacar conclusiones basadas en los datos recogidos; 5) estrategias para tomar decisiones y acciones fundamentadas en los datos recogidos y que puedan mejorar la calidad de vida de las personas de nuestro entorno y que, además, puedan tener un impacto positivo en el cambio climático; y, finalmente 6) estrategias para llevar a cabo las acciones y evaluar su impacto en nuestro entorno. La figura 1 presenta estos seis tipos de estrategias de análisis de datos y la tabla 1 presenta la definición de cada estrategia.

**Figura 1.** Estrategias trabajadas durante el proyecto



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 1.** Estrategias trabajadas durante el proyecto

ESTRATEGIAS DE ANÁLISIS DE DATOS	
1. Definir el problema	Aprender a reconocer la necesidad de trabajar con datos y a generar preguntas específicas que se puedan contestar con datos.
2. Considerar los datos	Decidir de qué personas o entidades se pueden obtener datos, qué medir y cómo recoger los datos. El siguiente paso es recoger y organizar los datos.
3. Explorar los datos	Analizar los datos con la ayuda de herramientas de visualización (por ej., tablas, gráficos), haciendo los cálculos apropiados (por ej., media, mediana, desviación estándar, cuartiles, etc.) y siguiendo modelos estadísticos (por ej., distribuciones de probabilidad).
4. Sacar conclusiones	Utilizar los datos para dar evidencia de las conclusiones descritas, expresar incertidumbre (por ej., una manera cualitativa de expresar incertidumbre “un resultado observado es <i>sorprendente</i> o <i>poco probable</i> ”) y comunicar lo que se ha aprendido.
5. Tomar decisiones	Hacer predicciones y tomar decisiones basadas en los datos, reconociendo la incertidumbre.
6. Decidir las acciones a seguir	Evaluar las acciones a seguir en relación con el problema definido anteriormente - ¿qué acciones hace falta llevar a cabo? (por ej., recoger más datos, realizar más análisis, preguntar a expertos, etc.).

**Fuente:** elaboración propia.

Tal como se presenta en la figura 1, el proyecto SPIDAS también ha trabajado de forma simultánea a las estrategias de análisis de datos, otras estrategias más básicas y necesarias para el trabajo de proyectos en equipo, vinculadas a la colaboración y a la alfabetización digital y estadística, que son:

a) La *colaboración y comunicación*: el proyecto ha ayudado al alumnado a pensar y a trabajar en grupo de forma efectiva. Para ello, el proyecto mejora el lenguaje de los alumnos para que sean capaces de articular y compartir pensamientos/ideas en el contexto del problema y en el seno del grupo de trabajo. El alumnado ha resuelto el reto planteado de forma colaborativa entre los diferentes grupos de alumnos del aula y se ha ayudado a los grupos a construir equipos de trabajo cohesionados y a favorecer interacciones dialógicas productivas.

b) La *alfabetización estadística*: el proyecto ha promovido la comprensión de conceptos básicos de estadística, vocabulario, procedimientos y técnicas. El proyecto también ha equipado al alumnado con técnicas y vocabulario para interpretar y evaluar información estadística y para tomar decisiones basadas en datos. Además, el proyecto ha dado mucha importancia a como comunicar opiniones sobre información estadística y preocupaciones sobre la solidez de los argumentos estadísticos.

c) Utilizar *tecnología* para entender y resolver problemas, visualizar, modelar, codificar y organizar datos y para comunicar información estadística. En concreto, el proyecto ha utilizado el software específico CODAP de análisis gráfico de los datos. Este software de libre uso por todos los usuarios permite de forma intuitiva e interactiva generar gráficos significativos para comprender e interpretar los datos que se estudian.

### *Estructura del proyecto interdisciplinar*

El proyecto presenta al alumnado el reto de recoger evidencias científicas para responder a la pregunta sobre cómo el tiempo moldea nuestras actividades cotidianas. El alumnado de los centros educativos de Lleida, en colaboración con el alumnado de centros de Exeter y Pamukkale, tienen que aportar evidencias científicas que permitan responder a si hay relación entre el tiempo y las actividades cotidianas, y en caso afirmativo, tienen que exponer qué características tiene esta relación.

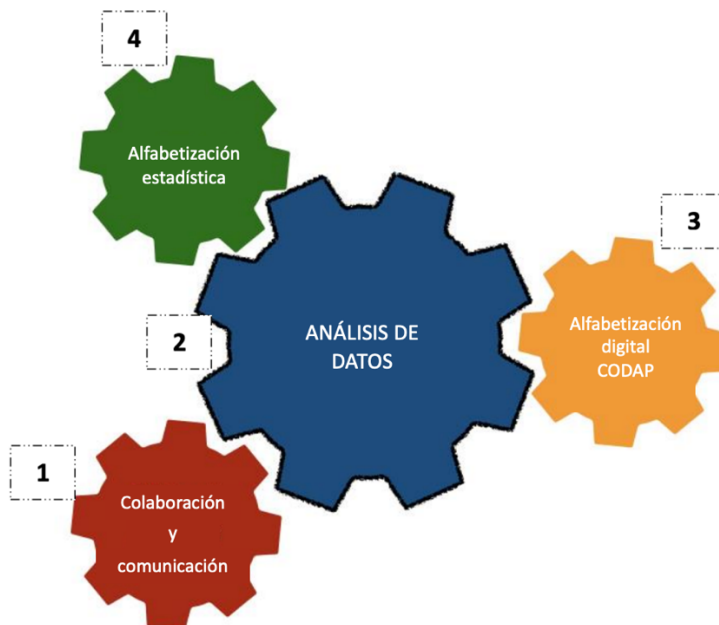
El proyecto ha trabajado las diferentes estrategias básicas y de análisis de datos presentadas en los párrafos previos en cuatro bloques de actividades. Como se presenta en la figura 2, estos cuatro bloques de actividades no se desarrollan de forma lineal y secuencial, sino que se van realizando según las necesidades del alumnado y del profesorado para dar respuesta al reto planteado en el proyecto.

Así, el bloque de actividades de colaboración y comunicación se realiza al inicio del proyecto porque tiene como objetivo fundamental formar un equipo de trabajo cohesionado y establecer las normas de interacción y colaboración más efectivas para dar respuesta al reto.

El bloque de actividades de análisis de datos son las que articulan la realización del proyecto -pieza central de la figura 2-. Este bloque de actividades se estructura en seis fases que corresponden a las seis estrategias de análisis de datos ya presentadas (ver figura 1).

Los otros dos bloques de actividades – alfabetización estadística y alfabetización digital- se realizan considerando las necesidades de los estudiantes para adquirir contenidos clave que les permitan abordar los desafíos del proyecto, o bien, teniendo en cuenta las demandas organizativas de la enseñanza por parte de los docentes.

**Figura 2.** Bloques de actividades



**Fuente:** Elaboración propia.

En concreto, el objetivo del bloque de actividades sobre alfabetización estadística pretende aportar a los alumnos los conocimientos estadísticos necesarios para resolver el reto del proyecto. El objetivo del bloque de actividades sobre alfabetización digital pretende introducir al alumnado en el uso del software libre CODAP para comprender e interpretar los datos recogidos. Este bloque de actividades tiene un formato de “tutorial” que ayuda al alumnado a pensar cómo las diferentes opciones de visualización de los datos que ofrece CODAP les puede ayudar a comprender e interpretar los datos que tienen y responder al reto planteado.

### **3.2. Participantes**

Primero, siendo que los participantes se han elegido por formar parte del proyecto SPIDAS, se trata de un muestreo no probabilístico.

Los participantes con los que hemos contado para la presente investigación son un total de 428 estudiantes de 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria, escolarizados en dos centros educativos concertados de Lleida. Son dos centros de titularidad religiosa, de nivel sociocultural medio y con una ratio de alumnado inmigrante baja.

En cada uno de los cuatro estudios en los que se divide la investigación, participa un número diferente de alumnado, tal como se detalla en los capítulos

correspondientes. Del total de 428 estudiantes, 254 forman parte del primer estudio para validar de forma exploratoria el cuestionario de actitudes hacia la estadística y son de 2º y 3º de Educación Secundaria. Los otros 174 estudiantes son alumnado de 2º de Educación Secundaria (13-14 años) y se dividen entre un grupo experimental (110) y un grupo control (64). Los 64 alumnos del grupo control participan en el segundo estudio y los 110 alumnos del grupo experimental participan en el segundo, tercer y cuarto estudio de la actual investigación.

#### **4. Enfoque metodológico: Multimétodo**

El diseño metodológico de la investigación aborda el enfoque multimétodo y permite combinar información cuantitativa y cualitativa, hecho que permite lograr una comprensión integral de la misma (Alarcón, 2019; Cádiz *et al.*, 2022). Estos autores insisten en que el enfoque multimétodo respalda y justifica la complementariedad de ambas metodologías, cuantitativa y cualitativa, con el fin de obtener los mejores resultados. Las discrepancias entre ambos métodos se enriquecen mutuamente, ya que esta capacidad de complementarse se basa en su capacidad para revelar aspectos complejos de un mismo evento que, cuando se observan desde diferentes perspectivas pueden parecer contradictorios, pero en realidad forman una misma totalidad (Cádiz *et al.*, 2022).

##### **4.1. Metodología cuasi-experimental**

La investigación cuasi-experimental es un concepto introducido por Campbell y Stanley (1963), que definen como una investigación dentro del ámbito educativo cuando no es posible la asignación aleatoria de los participantes en los grupos, sino que se parte de los grupos-clase ya pre-establecidos.

Debido al poco control que implican las investigaciones cuasi-experimentales, algunos autores, como Dalen y Meyer (1983), las nombran investigaciones con control parcial. Otros investigadores, como Anderson *et al.* (1980) utilizan la expresión de estudios no aleatorizados.

En cuanto al propósito de los diseños cuasi-experimentales, es el mismo que el de los estudios experimentales: comprobar la existencia de una relación causal entre dos o más variables, pero sin aleatorización de los sujetos. Judd y Kenny (1981) señalan tres aspectos primordiales para etiquetar de cuasi-experimental un diseño: 1) la estrategia de comparación y obtención de datos (transversal o longitudinal); 2) el procedimiento de asignación de las unidades a los tratamientos (desconocido o conocido), y 3) la existencia o no de medidas pre-test.

Para la muestra de esta tesis no ha sido posible la asignación aleatoria de los participantes. Concretamente hacemos referencia al [Estudio 2](#), que es el único en el que se ha utilizado una metodología cuasi-experimental. Se ha partido de unos grupos-clase ya pre-establecidos, que se han elegido por formar parte del proyecto SPIDAS; por lo tanto, la variable que ha determinado la formación de los grupos se desconoce. El diseño es transversal, ya que se estudia la evolución de las actitudes del alumnado, entre dos momentos temporales, pero del mismo curso académico: antes y después de la intervención educativa SPIDAS. Un estudio longitudinal puede durar años o incluso décadas. Por último, para evitar sesgos antes de la aplicación de la intervención que puedan contaminar su efecto, se han tomado medidas pre-test de ambos grupos, experimental y control.

#### **4.2. Estudio de caso**

Según Sığümlü (2021), hablamos de un estudio de caso cuando el objetivo de la metodología es presentar conclusiones en profundidad para una situación particular (por ejemplo, un aula de un centro escolar). Yin (2009) añade que este diseño de investigación también se adopta cuando el fenómeno se investiga a fondo en su contexto real.

Stake (2007) y Yin (2009) comentan que un estudio de caso es adecuado para un análisis profundo de los fenómenos y para una investigación amplia, que tiene en cuenta las condiciones del contexto en el que aparecen y atiende a múltiples y complementarias fuentes de evidencia para identificar, describir y comprender los fenómenos a través de la triangulación. Se comprende por análisis triangular la creación de una red de conexiones entre una variedad de datos, con el propósito de enriquecer la visión del investigador y unificar los diversos registros, mediciones o interpretaciones (Yin, 2009). En el estudio de caso de una situación educativa, lo que se busca es alcanzar una mejor comprensión de la actuación educativa (Stenhouse, 2003). Yin (2009) apunta que el estudio de caso se considera una técnica factible y relevante en la investigación en educación. Es más, dentro del ámbito particular de las redes tecnológicas de aprendizaje, el método de estudio de caso es el predominantemente utilizado para investigar la interacción y los intercambios comunicativos (Hammond, 2005; Huang *et al.*, 2011; Sangrà & González-Sanmamed, 2010).

Siguiendo el artículo de revisión de Chaves y Weiler (2016), en los estudios 3 y 4 de la presente tesis se ha seguido 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. No obstante, por el hecho de haber llevado a cabo la investigación en un ambiente natural, beneficia a la validez ecológica del estudio, que



permite una mayor generalización de los resultados y sus conclusiones en contextos reales (Wopereis & van Merriënboer, 2011).

En la misma línea, siguiendo a Sűğümlű (2021), se trata de un estudio de caso porque el objetivo de la metodología es presentar conclusiones en profundidad para una situación particular. El grupo analizado se ha elegido por el interés que despertó en un estudio cuasi-experimental previo (estudio 2), al obtener mejores resultados en comparación con el grupo control.

### **4.3. Enfoque para el análisis de datos**

En los siguientes subapartados se explica el enfoque de análisis adoptado en cada uno de los cuatro estudios que forman la presente investigación. En el [Estudio 4](#) se combinan diferentes enfoques metodológicos para el análisis de datos. La variedad de enfoques y métodos se pueden valorar como complementarios, ya que revelan aspectos y puntos de vista diferentes de los fenómenos a estudiar (Flick, 2004). Son numerosos los autores que afirman que la combinación de métodos permite la corrección de sesgos propios de cada método, y, por lo tanto, se robustece la validez de los resultados de la investigación (Alarcón, 2019; Barrios, 2021; Cádiz *et al.*, 2022; Sánchez-Gómez *et al.*, 2022).

Según Flick (2004), la elección del método de análisis atañe al objetivo del estudio de investigación y a las preguntas planteadas.

Yin (2006) hace una distinción entre dos enfoques de estudios de casos: los que pueden tener un enfoque predominantemente cuantitativo y los que pueden combinar tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativos. En nuestra investigación, hemos optado por la segunda opción, conocida como método mixto. A continuación, describimos los tres tipos de análisis de datos que son apropiados para el estudio de casos.

#### **4.3.1. Análisis cuantitativo**

El uso del enfoque cuantitativo permite recopilar y analizar datos numéricos, lo que facilita la realización de análisis estadísticos y la comparación de datos, con el objetivo de llegar a conclusiones de manera más eficiente.

Algunas de las características principales del análisis cuantitativo son:

- los resultados son de naturaleza descriptiva, ya que se centran en definir las características de un fenómeno, sin enfocarse en las razones o causas que lo producen;

- el investigador puede prever el comportamiento de los sujetos;
- las investigaciones se fundamentan en experimentos y encuestas que incluyen el uso de cuestionarios;

En el contexto educativo, se emplean cuestionarios frecuentemente, por ser una herramienta que facilita la evaluación del progreso de los estudiantes y aporta información sobre su nivel inicial de conocimientos.

A modo de ilustración de este tipo de análisis, Badilla-Quintana *et al.* (2011) emplean cuestionarios para evaluar el aprendizaje de estudiantes de secundaria, posterior a una actividad respaldada por tecnología. Además, utilizan estos cuestionarios para saber el nivel de conocimiento de las herramientas tecnológicas y cómo las utilizan, analizando las respuestas de los estudiantes en las tareas asignadas. Otro ejemplo lo encontramos en el estudio realizado por Wegerif *et al.* (2017), en el que evalúan y comparan cómo los estudiantes resuelven el test de Raven tanto de forma individual como en grupos. Los investigadores asignaron puntuaciones al test de Raven que representarían aciertos y errores. A partir de los resultados obtenidos, concluyen que los estudiantes obtienen mejores resultados a partir del pensamiento en grupo en comparación con el pensamiento individual.

La metodología cuantitativa facilita la comparación de variables entre grupos, lo que a su vez favorece la extrapolación de conclusiones.

En esta tesis doctoral se aplica el análisis cuantitativo para dos objetivos muy diferentes. Por un lado, para la adaptación y validación exploratoria de un cuestionario para evaluar las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con recursos tecnológicos. Concretamente, para la validación de contenido, la validación de la estructura interna y para valorar la fiabilidad de la escala.

Por otro lado, se analizan cuantitativamente los resultados extraídos del cuestionario de actitudes y de la prueba de evaluación del aprendizaje de estadística.

Para todos los análisis estadísticos llevados a cabo en esta tesis doctoral se ha empleado el paquete de análisis estadístico SPSS 26.0.

#### **4.3.2. Análisis cualitativo**

En investigación educativa prevalece el método cualitativo, que se caracteriza por analizar los datos de manera sistemática y metódica. Este método tiene como objetivo principal identificar, comprender y describir todas las características y cualidades posibles de un fenómeno u objeto de estudio. En este tipo de investigaciones

la clave es obtener una comprensión profunda, en vez de exactitud. Además, no se percibe como un proceso rígido, sino como interactivo, ya que requiere regresar a los datos para su reexaminación y reevaluación del proceso (Fernández-Cárdenas, 2009; Pérez, 1994).

Las características principales de esta metodología se resumen en:

- investigaciones de pequeña escala, que no buscan representar poblaciones más amplias;
- la validez de las investigaciones se caracteriza por su proximidad a la realidad empírica;
- enfoque inductivo;
- en el análisis, hay que eliminar los prejuicios y creencias personales, centrándose en comprender a los sujetos y fenómenos desde su propia perspectiva;
- la investigación es flexible, evoluciona a lo largo del proceso y es recursiva.

Partiendo del análisis de diversos registros, como grabaciones de video de las sesiones de trabajo, entrevistas, observaciones y/o notas reflexivas sobre las sesiones, los investigadores obtienen evidencias que les permiten ampliar la comprensión de los procesos cognitivos y las variables que afectan al aprendizaje. Por ejemplo, Wang *et al.* (2013) utilizaron observaciones en el aula, cuestionarios, entrevistas y los resultados de las tareas realizadas por los alumnos, para conocer su motivación hacia el aprendizaje y la alfabetización informacional.

A partir de este tipo de análisis, son varios los autores que examinan en sus investigaciones el diálogo entre los alumnos para evaluar las características del aprendizaje (por ejemplo, Albarracín, 2014; Jové, 2016). Destacamos cómo Pifarré y Li (2018) analizan el diálogo para caracterizar las habilidades de aprender a aprender juntos en un proyecto que utiliza una wiki.

Nosotros utilizamos el método cualitativo al analizar las interacciones dialógicas de varios grupos de trabajo para comprobar si influyen en el desarrollo de una tarea grupal.

#### **4.3.3. Método mixto**

El método mixto corresponde a la combinación de las metodologías de análisis cualitativa y cuantitativa, que al ofrecer información diversa se complementan y permite obtener una mayor comprensión sobre el objetivo de estudio (Lázaro *et al.*, 2006).

En la misma línea, Gallardo *et al.* (2017) destacan las características y ventajas principales del enfoque multimétodo: complementación, visión holística, triangulación, desarrollo, iniciación, expansión, compensación y diversidad. Los mismos autores señalan la relevancia de identificar las siguientes fases de investigación en la utilización del análisis multimétodo: definición del objeto, diseño de método, recogida datos análisis y resultados.

Siguiendo la misma filosofía, Wegerif *et al.* (2017) también afirman la importancia de complementar el análisis cuantitativo con un análisis cualitativo, para compensar las carencias de ambos métodos. Además, en el estudio de estos autores y que nos concierne para nuestra investigación, señalan que la combinación de métodos permite profundizar en la comprensión del trabajo colaborativo y explicar mejor el proceso y la efectividad del pensamiento de grupo.

Otro ejemplo es el estudio de Barron (2003), en el que se emplea la combinación de métodos para destacar las particularidades de los grupos de trabajo colaborativo, partiendo de la resolución de problemas. El autor lleva a cabo una comparación entre los grupos con mejores resultados con aquellos que no han tenido éxito. Los resultados obtenidos posibilitan que el investigador pueda identificar patrones de interacción, especialmente en los grupos que demuestran ser más productivos, con el fin de promover un espacio dialógico efectivo. Desde la perspectiva cualitativa, su enfoque se centra en el análisis de los componentes del diálogo involucrados en el desarrollo de la comprensión, basándose en las características del diálogo efectivo según Mercer (2019).

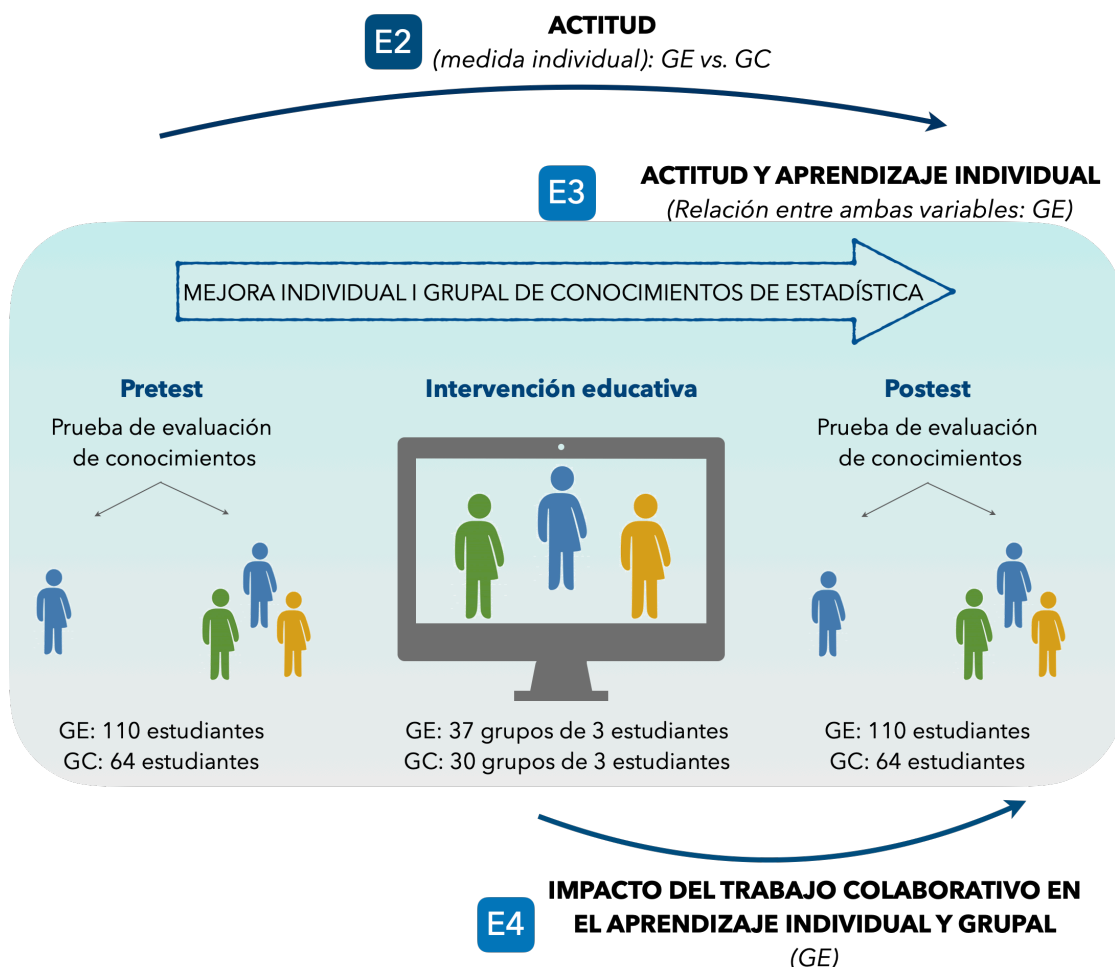
En esta tesis se utiliza el método mixto, para explotar los beneficios de ambas metodologías y enriquecer la comprensión de las diferencias entre grupos, de las interacciones dialógicas.

## 5. Procedimiento

En este apartado presentamos, por un lado, el procedimiento general de toda la tesis y, por otro lado, resumimos la recogida de datos y las técnicas de análisis de cada estudio.

En esta tesis se ha seguido la estructura representada visualmente en la figura 3: *Evaluación inicial – Intervención – Evaluación final*. Se muestran las relaciones establecidas entre el diseño de la investigación y 3 estudios. El estudio 1 no se refleja en la figura, porque representa un paso previo a toda la intervención y, por lo tanto, a los 3 estudios que le siguen: se trata de la validación exploratoria del cuestionario de actitudes.

**Figura 3.** Elementos del estudio y la relación existente entre ellos



**Fuente:** Elaboración propia.

En función de cada estudio, nos centramos en un aspecto u otro de las variables estudiadas. A continuación, solamente aportamos una visión global, ya que toda la información se explicará de manera extensa en cada uno de los estudios, en los capítulos correspondientes.

**En relación al ESTUDIO 1:**

En el estudio 1 se elabora un cuestionario *ad hoc* que evalúa las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con uso de tecnología.

Para la validación exploratoria del cuestionario se han realizado los siguientes pasos y análisis:

*Análisis cualitativos:*

- i. Análisis de la última revisión sistemática publicada sobre la validez y la fiabilidad de instrumentos que evalúan actitudes hacia la estadística.
- ii. Selección de las dimensiones e ítems del cuestionario, con un grupo de expertos.
- iii. Traducción y adaptación de los ítems del cuestionario al alumnado de secundaria. A través de un juicio de expertos, se ha confirmado una adaptación adecuada de los enunciados para el alumnado de secundaria.

*Análisis cuantitativos, para aportar las evidencias psicométricas necesarias que confirman la estructural final del cuestionario:*

- i. Para analizar la validez de contenido, se ha seguido un juicio de expertos, en el que 12 expertos han valorado la univocidad, la pertinencia y la relevancia de todos los ítems, puntuando una rúbrica. Con las puntuaciones de los expertos, hemos calculado el índice de validez de contenido (IVC). Una vez alcanzado el consenso, se ha seguido con el siguiente paso.
- ii. Se ha aplicado un análisis factorial exploratorio (EFA) para comprobar la validez en función de la estructura interna. Con un alfa de Cronbach bueno de todos los ítems, se ha proseguido con el último paso.
- iii. Se ha analizado la fiabilidad del cuestionario a través del análisis estadístico de Alfa de Cronbach. También se ha analizado la consistencia interna de cada factor.

En el Estudio 1 se ha contado con la participación de 254 alumnos de 2º y 3º de Educación Secundaria.

**En relación al ESTUDIO 2:**

▪ *Participantes*

En el segundo estudio participaron un total de 174 estudiantes de 2º de Educación Secundaria. Del total, 110 alumnos forman el grupo experimental y 64 el grupo control.

▪ *Enfoque metodológico*

El enfoque empleado es el cuasi-experimental, con un diseño transversal y medidas pre y post test.

Se analiza si hay cambios en las actitudes del alumnado, comparando los datos pre y post intervención. También se buscan diferencias al respecto entre el grupo experimental y el control.

- *Instrumentos de evaluación*

Se ha empleado el Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología, elaborado y validado de forma exploratoria en el Estudio 1 de la tesis.

- *Metodología de análisis*

Se han analizado cuantitativamente los resultados del cuestionario, previos a la intervención y los posteriores a la misma. El objetivo del análisis es conocer los efectos de la intervención educativa SPIDAS en el grupo experimental y si existen diferencias con el grupo control, en relación a las actitudes hacia el aprendizaje de la estadística. Para ello, se han realizado las siguientes tres pruebas estadísticas:

1. Test de Shapiro-Wilk: para conocer si las distribuciones de los sujetos de ambos grupos siguen una distribución normal.
2. Prueba de Rangos de Wilcoxon (no paramétrica, para muestras relacionadas): para comparar los resultados del pretest y del postest de cada grupo (experimental y control) por separado.
3. U de Mann Whitney (no paramétrica, para muestras independientes): para comparar las puntuaciones postest del grupo experimental con las del grupo control.

### **En relación al ESTUDIO 3:**

- *Participantes*

En este estudio se analizan datos de los 110 estudiantes que forman el grupo experimental del Estudio 2.

- *Enfoque metodológico*

El enfoque utilizado es el de estudio de caso. Como el Estudio 2 concluyó que el grupo control no mejoró sus actitudes hacia la estadística, se optó por no incluirlo en los estudios posteriores. Así pues, tanto el Estudio 3 como el Estudio 4, analizan en profundidad aspectos del grupo experimental.

- *Instrumentos de evaluación*

Se recogen datos a través de 2 instrumentos. Uno de ellos es el Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología, y el otro, es una Prueba de evaluación del aprendizaje de estadística. Los resultados del Cuestionario de

actitudes son los mismos ya recogidos en el Estudio 2, pero en el tercer estudio se utilizan para un análisis diferente.

- *Metodología de análisis*

Se han analizado cuantitativamente los resultados de ambos instrumentos, para estudiar si la intervención educativa (SPIDAS) genera una relación positiva entre las actitudes del alumnado y el aprendizaje de la estadística. Para su análisis, se han realizado las siguientes tres pruebas estadísticas:

1. Test de Shapiro-Wilk: para analizar la normalidad de la muestra.
2. Prueba de Wilcoxon (no paramétrica, para muestras relacionadas): para comparar los resultados del pretest con los del posttest de la Prueba de evaluación de aprendizaje de estadística.
3. Coeficiente de correlación de Spearman: para analizar la relación entre actitudes y el aprendizaje de estadística.

#### **En relación al ESTUDIO 4:**

- *Participantes*

En el cuarto estudio se analizan datos de los 110 estudiantes que forman el grupo experimental del estudio 2.

- *Enfoque metodológico*

El enfoque utilizado es el de estudio de caso. Se analizan en profundidad varios aspectos del grupo experimental.

- *Instrumentos de evaluación*

Se recogen datos a través de 2 instrumentos. Por un lado, la Prueba de evaluación de aprendizaje de estadística individual, que ya se presenta en el Estudio 3. Por otro lado, una Prueba de evaluación de aprendizaje de estadística, grupal. Esta segunda, se resuelve de forma colaborativa, en pequeños grupos de 3 alumnos.

- *Metodología de análisis*

En este último estudio se ha utilizado el método mixto para analizar los resultados. Por un lado, los resultados de las pruebas de evaluación se han analizado cuantitativamente, al comparar las puntuaciones obtenidas en la prueba individual con las de la prueba grupal. Para su análisis, se han realizado las siguientes pruebas estadísticas:

1. Test de Shapiro-Wilk: para analizar la normalidad de la muestra.
2. Prueba de Wilcoxon (no paramétrica, para muestras relacionadas): para comparar los resultados entre el pretest y el posttest de la Prueba de



evaluación de aprendizaje de estadística grupal. *Los resultados de la prueba de evaluación de aprendizaje individual, que también se utilizan en este estudio, se han analizado con la misma prueba estadística en el [estudio 3](#) de la tesis.*

3. MANOVA: para comprobar si las notas obtenidas en las pruebas de evaluación están influenciadas por las dos variables independientes del estudio (intervención y tipología de prueba -individual o grupal-).

Por otro lado, se grabó en vídeo la realización de la prueba grupal (3 grupos) y se ha analizado el diálogo que mantenía el alumnado mientras resolvía la prueba: pre y post. Los vídeos se han analizado cualitativamente para estudiar si las interacciones dialógicas influyen en el desarrollo de la tarea grupal. Además, también se han analizado otros aspectos de los grupos que se han comparado con las puntuaciones de las pruebas de evaluación. Los análisis cualitativos llevados a cabo son:

1. Siguiendo el estudio de Woolley *et al.* (2010), se han analizado los videos buscando dos factores que promueven inteligencia colectiva: a) distribución de los turnos de intervención y b) número de mujeres en el grupo.
2. También se ha analizado el tipo de conversaciones educativas, en base a los tres tipos que define Mercer (2019): disputativa, acumulativa y exploratoria o dialógica.



## CAPÍTULO IV.

---

**Actitudes en secundaria: Validación exploratoria de un cuestionario para evaluar las actitudes del alumnado hacia la estadística con uso de tecnología (Estudio 1)**

## 1. Introducción

En este primer estudio se presenta la elaboración y validación exploratoria de un cuestionario, al español, que evalúa las actitudes del alumnado de secundaria hacia la estadística con uso de tecnología (Cujba & Pifarré, 2024). La necesidad de crear un nuevo cuestionario ha sido impulsada por la ausencia de un instrumento en castellano que evalúe la actitud del alumnado ante el aprendizaje de la estadística mediado por tecnología.

En primer lugar, expondremos el origen de los ítems que forman el cuestionario que proponemos y detallamos el proceso que se ha seguido para su adaptación. En segundo lugar, por un lado, analizaremos la fiabilidad del instrumento a través del análisis del Alfa de Cronbach y, por otro, la validez de constructo (juicio de expertos) y la validez de contenido (análisis factorial exploratorio).

Tal como se ha comentado en el apartado [2. La estadística en la sociedad del conocimiento](#), la evidencia científica respalda la relevancia del razonamiento estadístico para los retos del S.XXI y señala una menguada percepción del alumnado con respecto a su utilidad. Además, hemos visto que de las numerosas pruebas válidas existentes que evalúan las actitudes hacia la estadística, ninguna cumple con los siguientes requisitos precisos para nuestro estudio: 1) que no evalúe solamente las actitudes hacia la estadística, sino hacia el aprendizaje de esta materia con tecnología, 2) adaptación exploratoria en lengua española y 3) la necesidad de tener un cuestionario para la educación secundaria, ya que es un contenido clave en esta etapa y el número de profesores que usa tecnología es superior al de primaria. En relación a este último aspecto, cabe señalar que la educación secundaria (12-16 años) es la etapa en la que se observa una mayor insatisfacción hacia el aprendizaje de las matemáticas y se obtienen peores calificaciones en matemáticas (Muñoz *et al.*, 2018). Además, a estas edades los estudiantes ya tienen cierta trayectoria académica en conocimientos estadísticos y, por lo tanto, ya tienen una actitud determinada hacia la asignatura.

Por lo tanto, evidenciamos la necesidad de crear un cuestionario que incluya los aspectos señalados en la literatura como relevantes para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la estadística en secundaria, que son: a) uso de la tecnología a través de varios softwares estadísticos, b) ansiedad del alumnado durante las clases de estadística y/o realización de actividades relacionadas y c) sentimientos y percepciones del alumnado sobre la utilidad y dificultad de la estadística. En el siguiente apartado desarrollaremos los tres factores que incluimos en nuestro cuestionario y que son objeto de validación de este estudio.

### **1.1. Factores a evaluar**

A través del cuestionario que se ha adaptado y validado se miden tres dimensiones de la actitud del alumnado hacia la estadística: (1) ansiedad, (2) aprendizaje de la estadística con tecnología y (3) afecto.

A través de la dimensión “*ansiedad*”, nos interesa conocer qué reacción emocional les surge a los estudiantes ante situaciones vinculadas al contenido de la estadística. Por ejemplo, saber si se ponen nerviosos, si se asustan y si experimentan estrés o miedo. En este sentido, Dreger y Aiken (1957, citado en Ciftci, 2015) sostienen que la ansiedad matemática representa conflictos de actitud hacia esta materia y un síndrome de reacciones emocionales. A su vez, Pérez-Tyteca *et al.* (2013) también consideran la ansiedad matemática como un estado afectivo desagradable que puede sentir un estudiante en circunstancias vinculadas a las matemáticas. Este estado se puede advertir a través de diversas manifestaciones, como pueden ser: tensión, preocupación, inquietud, irritabilidad, confusión, miedo y bloqueo mental. La ansiedad matemática no sólo influye negativamente en el desarrollo de las tareas y evaluaciones, sino también en todo el proceso de aprendizaje: los estudiantes con altos niveles de ansiedad dedican menos tiempo y empeño en aprender, procrastinan y prestan menos atención en clase (Luttenberger *et al.*, 2018).

Respecto a la segunda dimensión “*aprendizaje de la estadística con tecnología*” queremos valorar la preferencia y percepción del alumnado sobre si el uso de la tecnología en las clases de estadística les facilita el aprendizaje de conceptos relevantes de esta disciplina matemática. Diferentes estudios educativos señalan las potencialidades de la tecnología para el aprendizaje de la estadística. En esta línea, por ejemplo, Zieffler *et al.*, (2018) señalan que la tecnología ayuda a que los cálculos estadísticos sean más accesibles y precisos, de manera que el tiempo de clase se dedica a ayudar al alumnado a entender y a interpretar los resultados obtenidos, en vez de realizar diversas operaciones. Otros autores coinciden en destacar que el uso de herramientas tecnológicas, como el CODAP, es imprescindible para desarrollar el razonamiento estadístico de los estudiantes (Casey *et al.*, 2020; Mojica *et al.*, 2019). Dada la capacidad de CODAP para trabajar con grandes conjuntos de datos, los estudiantes se pueden centrar más en la toma de decisiones sobre el análisis de datos y razonar diferentes formas de representación de datos, y no en el trabajo computacional, ya que no se requieren conocimientos de programación (Casey *et al.*, 2020; Frischmeier *et al.*, 2021; Sullivan, 2022).

Finalmente, concerniente al “*afecto*”, se quiere averiguar los juicios de valor que emiten los estudiantes hacia el aprendizaje de la estadística. Según Ingram (2015), el aprendizaje de las matemáticas supone una práctica emocional que despierta diversas

respuestas afectivas en el alumnado. Así pues, cada estudiante interpreta el proceso de aprendizaje acorde a sus creencias, emociones y sentimientos. Sfard y Prusak (2005) van un paso más allá y relacionan el afecto con la identidad y el aprendizaje, sugiriendo que cuando un estudiante percibe una brecha entre la identidad real (“*Soy malo en matemáticas*”) y la identidad designada (“*Debería ser bueno en matemáticas*”), experimenta cierta sensación de infelicidad. Se refieren a identidad real como afirmaciones basadas en hechos y a identidad designada, como posibles cambios que pueden llegar a formar parte de la identidad real. Por otro lado, Hannula (2011) sugirió un modelo teórico nuevo sobre el afecto relacionado con las matemáticas, describiendo el dominio afectivo en base a tres componentes: cognitivo (creencias, juicios), emocional y motivacional. En el mismo sentido, Ghasemi y Burley (2019) definen el afecto hacia las matemáticas como el hecho de que a los estudiantes les guste esta materia, la confianza en las matemáticas, y la valoración que hacen de las matemáticas. En otros estudios, el afecto se ha considerado parte de las actitudes que explican las acciones intencionadas involucradas en la resolución de problemas matemáticos complejos (Goldin *et al.*, 2016).

A través de la aplicación del cuestionario podremos corroborar si se cumplen los hechos evidenciados en la literatura. El instrumento permite conocer qué actitudes presentan las diferentes muestras de estudiantes que respondan el cuestionario hacia la estadística y si consideran la tecnología como herramienta facilitadora de su aprendizaje.

## **1.2. Objetivos**

Este trabajo pretende describir el proceso de elaboración de un cuestionario *ad hoc* para evaluar las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con recursos tecnológicos y presentar su experiencia exploratoria de validación. De forma más específica, este trabajo busca conseguir los siguientes objetivos:

- Analizar la validez de contenido del instrumento.
- Examinar la validez en función de la estructura interna.
- Valorar la fiabilidad y consistencia interna de la escala.

## **2. Metodología**

### **2.1. Participantes**

Se llevó a cabo un estudio piloto aplicando el cuestionario a una muestra formada por 254 estudiantes de 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria (13/14 años), escolarizados en dos centros educativos concertados. Son dos centros de

titularidad religiosa, de nivel sociocultural medio y con una ratio de alumnado inmigrante baja. Del total de estudiantes, 125 son chicas (49%) y 129 son chicos (51%). Atendiendo a estudios previos, el tamaño de la muestra sería adecuado para validar el cuestionario. A pesar de que no hay un acuerdo fijado respecto al número ideal que debe tener la muestra para validar un cuestionario y que esta depende del número de ítems por factor y de las saturaciones obtenidas, diversos autores coinciden en que un tamaño muestral de al menos 200 sujetos es suficiente, incluso en condiciones óptimas de comunalidades elevadas y factores bien determinados (Ferrando & Anguiano-Carrasco, 2010). En esta misma línea se pronuncian Lloret-Segura *et al.* (2014), que señalan que cuando se obtienen comunalidades entre 0.40 y 0.70 y se tienen 3-4 ítems por factor, se acepta un tamaño de 200 casos. Como conclusión, en el estudio se trabaja con una muestra superior a 200 sujetos y, además, se han descartado las cargas inferiores a 0.3 en el análisis factorial. No obstante, dada la controversia existente sobre cuál debería ser el tamaño muestral suficiente y representativo para la validación de un cuestionario, alentamos aumentar la muestra en futuras investigaciones para mayores garantías respecto a la validez del cuestionario. En el presente estudio se muestra una experiencia exploratoria de validación del instrumento.

## **2.2. Instrumentos**

En el [Anexo 2](#) se presenta el instrumento “Actitudes hacia la estadística con uso de tecnología”. Es un cuestionario formado por 16 ítems que evalúan las actitudes del alumnado hacia diferentes situaciones relacionadas con el aprendizaje de la estadística y adaptado a la lengua española. Los estudiantes valoran sus actitudes a través de una escala Likert de 4 puntos (1=*Totalmente en desacuerdo*, 2=*En desacuerdo*, 3=*De acuerdo*, 4=*Totalmente de acuerdo*). Se ha optado por la creación de una escala par con el objetivo de evitar el sesgo de tendencia central (Matas, 2018). Cinco de los ítems son negativos (i5, i7, i10, i11, i12) y se deben invertir antes de calcular la puntuación total de cada estudiante. Tres ítems (i7, i12, i14) se redactaron tanto en tiempo presente como en pasado, para diferenciar la evaluación de las medidas pre y post. El alumnado respondió el cuestionario con ordenador, a través de formularios de Google.

Para la elaboración del cuestionario, se ha analizado la revisión sistemática llevada a cabo por Nolan *et al.* (2012), sobre la validez y la fiabilidad de 15 instrumentos que evalúan actitudes hacia la estadística y que cumplen los dos aspectos siguientes: a) descripción del proceso de validez y/o fiabilidad del cuestionario, y b) publicados en una revista con revisión por pares. Como conclusión final de la revisión sistemática, Nolan *et al.* (2012) destacan que solamente cuatro de los 15 cuestionarios presentan evidencia de validez de contenido y también fiabilidad de consistencia interna: el *Statistics Attitude Scale* (SASc, 1991), el *Attitudes Toward Statistics Scale* (ATS, 1985) y las dos versiones del *Survey of Attitudes Toward Statistics* (SATS-28, 1995; SATS-36, 2003). Los

Ítems de estos cuatro instrumentos se han considerado en la elaboración del cuestionario objeto de estudio de este artículo. Asimismo, se han tenido en cuenta ítems de otros tres instrumentos incluidos en la revisión sistemática de Nolan *et al.* (2012), que son: *Students' Attitudes Toward Statistics A* (STATS-A, 1992), *Students' Attitudes Toward Statistics Questionnaire* (SATSQ, 2005) y *Students' Attitudes Toward Statistics and Technology Scale* (SASTSc, 2011). Estos tres instrumentos se han seleccionado por tener referencias en revistas con revisión por pares, en temáticas relacionadas con la Educación en Ciencias, Matemáticas, Estadística e Informática.

En conjunto, los siete cuestionarios seleccionados incluyen un total de 14 dimensiones (afecto, competencia cognitiva, valor de la disciplina, dificultad, interés, esfuerzo, utilidad percibida, relación e impacto del instructor, actitud hacia las herramientas estadísticas, autoconfianza, influencia de los padres, iniciativa y esfuerzo extra, competencia cognitiva tecnológica, y aprendizaje de estadística con tecnología) que han sido el punto de partida del proceso de elaboración del cuestionario que se presenta en este estudio y de su validación exploratoria en aulas de secundaria. En la siguiente sección se expone el proceso seguido para la redacción final del cuestionario.

### **2.3. Procedimiento**

Una vez escogidos los siete instrumentos previos, se ha seguido un proceso de construcción del cuestionario en dos fases:

#### Fase 1: Selección de las dimensiones e ítems del cuestionario

En un primer momento, cuatro investigadores expertos en didáctica de las matemáticas y psicología realizan un análisis teórico de las 14 dimensiones incluidas en los siete cuestionarios previos seleccionados y con el objetivo de seleccionar los ítems que mejor responden a nuestros objetivos de investigación. Los cuatro expertos han seguido un procedimiento iterativo teniendo en cuenta los criterios de inclusión (agrupación de las dimensiones que tratan temas afines; dimensiones e ítems que responden al objetivo de estudio) y los criterios de exclusión (eliminación de los ítems que transmitían ideas similares). Los cuatro investigadores, de forma cualitativa, han revisado, discutido y acordado los criterios de inclusión y exclusión de las dimensiones y los ítems a incluir en el cuestionario. Las discrepancias se han resuelto a través de un enfoque basado en el consenso. La verificación entre expertos es un procedimiento útil para la fiabilidad en la investigación cualitativa (Robles & Rojas, 2015).

Fruto de este análisis entre expertos, se obtuvo una selección de 22 ítems ([Anexo 3](#)), agrupados en seis dimensiones que valoran: [1] *competencia cognitiva* (SASTSc; SATS; ATS; SASc) – evalúa las actitudes positivas y negativas de los estudiantes en



relación a sus conocimientos y habilidades aplicados a la estadística (Anastasiadou, 2011); [2] *competencia cognitiva con tecnología* (SASTSc) – evalúa las actitudes positivas y negativas del alumnado en relación a sus conocimientos y habilidades aplicados a la tecnología/ordenadores (Anastasiadou, 2011); [3] *aprendizaje de estadística con tecnología* (SASTSc) – evalúa las actitudes positivas y negativas del alumnado en relación a sus actitudes hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología (Anastasiadou, 2011); [4] *afecto* (SASTSc; SATS; ATS) – evalúa las emociones positivas y negativas del alumnado relativas a la estadística (Anastasiadou, 2011); [5] *autoconfianza* (STATS-A) – evalúa las creencias del alumnado sobre las capacidades que tienen para aprender estadística (Abu-Hilal & Al Abed, 2019), y [6] *ansiedad* (SATSQ) – evalúa la sensación de malestar y preocupación que siente el alumnado al pensar en estadística o al realizar una tarea de estadística (Buckley *et al.*, 2016, citado en Abín *et al.*, 2020).

Fase 2: Traducción y adaptación de los ítems del cuestionario al alumnado de secundaria

a) Cuatro profesoras han participado en el proceso de traducción de los 22 ítems al español. En un primer momento, dos de estas profesoras realizan la traducción de los ítems del inglés al español, y en un segundo momento, con el objetivo de asegurar la equivalencia semántica y conceptual de los ítems, las otras dos profesoras bilingües realizan la traducción del español al inglés. De esta manera, se ha comprobado que las cuatro profesionales concuerdan en la comprensión de los enunciados.

b) Siguiendo las directrices de adaptación de cuestionarios propuestas por Muñiz *et al.* (2013), se ha empleado el juicio de expertos para examinar el nivel de comprensión de la traducción final al español. Los cinco profesores implicados en el juicio de expertos (un catedrático de universidad, una psicóloga y tres profesores de secundaria -inglés y matemáticas-) han coincidido al 100% en que los enunciados presentan una buena adaptación para alumnado de secundaria.

Finalmente, se procedió a los análisis estadísticos necesarios para confirmar la consistencia interna y validez del cuestionario, que presentamos en la sección de resultados.

## **2.4. Análisis de datos**

Para la validación del cuestionario se han analizado los siguientes aspectos:

⇒ *Validez de contenido*. Para obtener la opinión de un panel de especialistas sobre los ítems que forman el cuestionario y alcanzar un consenso, se ha seguido un juicio de expertos (Bernal-García *et al.*, 2018). Los 12 expertos involucrados fueron seleccionados

por su trayectoria relacionada con la estadística: algunos enseñan estadística y otros la emplean como herramienta de trabajo (investigación). Cuatro de los expertos son profesores de secundaria y ocho son profesores universitarios y/o investigadores.

- ⇒ *Validez en función de la estructura interna.* Para corroborar la adecuación de los ítems al constructo teórico se ha realizado el análisis factorial exploratorio (EFA, por sus siglas en inglés), ya que partimos de factores definidos “a priori” (Vaingankar *et al.*, 2012). Se precisa comprobar si los datos recopilados sobre la muestra de estudiantes de secundaria españoles coinciden con la estructura preestablecida de los seis componentes.
- ⇒ *Fiabilidad.* Se ha analizado la consistencia interna de nuestro cuestionario a través del análisis estadístico de Alfa de Cronbach, con el programa SPSS 26.0. Asimismo, se ha analizado también la consistencia interna de cada factor.

### 3. Resultados

En esta sección se aportarán las evidencias psicométricas necesarias que confirman la estructura final del cuestionario de 16 ítems repartidos en 3 factores: 1) ansiedad, 2) aprendizaje de estadística con tecnología y 3) afecto.

#### 3.1. Validez de contenido

Para obtener la opinión de un panel de especialistas sobre los ítems que forman el cuestionario y alcanzar un consenso, se ha seguido un juicio de expertos (Bernal-García *et al.*, 2018). Los 12 expertos involucrados han sido seleccionados por su trayectoria relacionada con la estadística: algunos enseñan estadística y otros la emplean como herramienta de trabajo (investigación). Cuatro de los expertos son profesores de secundaria y ocho son profesores universitarios y/o investigadores. En el [Anexo 4](#) adjuntamos la carta que se les envió con las instrucciones a seguir para la validación de los 22 ítems iniciales. Los expertos han valorado la univocidad (1=*no apropiado*; 2=*necesita revisión significativa*; 3=*necesita revisión menor*; 4=*apropiado*), la pertinencia (1=*no apropiado*; 2=*necesita revisión significativa*; 3=*necesita revisión menor*; 4=*apropiado*) y la relevancia (1=*nada relevante*; 2=*poco relevante*; 3=*bastante relevante*; 4=*muy relevante*) de cada ítem. Entendemos el concepto de univocidad como el nivel de claridad lingüística de los enunciados, de manera que no se confundan ni se interpreten otros significados. Pertinencia es la adecuación de los enunciados al constructo de evaluación, en base a su relación con el tema que se pretende medir. Por último, la relevancia estima la importancia de los enunciados para medir una actitud hacia la estadística, es decir si son indispensables o no. Siguiendo las indicaciones de Cabero y Llorente (2013), realizamos un juicio de expertos de agregación individual. De

esta manera, se ha obtenido la valoración individual de cada uno de ellos, sin que los expertos tengan contacto, de forma anónima y confidencial. Respecto al número de expertos que se deben involucrar, no hay un acuerdo unánime entre los autores y encontramos diversas opiniones (Cabero & Llorente, 2013). Landeta (2002) señala que entre siete y 30 expertos son suficientes y Witkin *et al.* (1995) no concretan ningún número, pero sugieren que deben ser menos de 50. Otros autores apuntan entre dos y 20 expertos (Gable & Wolf, 1993; Grant & Davis, 1997, citados en McGartland *et al.*, 2003; Lynn, 1986). En nuestro caso, se ha pedido la colaboración a 12 expertos, pero en la segunda ronda solamente han seguido el proceso ocho de ellos.

Respecto al índice de validez de contenido (IVC), se ha dividido el número total de respuestas de 3 y 4 de todos los revisores por el número total de revisores (Larinkari *et al.*, 2016; Polit *et al.*, 2007). Un IVC de valor 1 indica consenso universal para la aceptación de un ítem, en cambio, un valor de 0 indica consenso universal para rechazo. Valores próximos a 0.50 no se consideran ni relevantes ni irrelevantes. Siguiendo la recomendación de Larinkari *et al.* (2016) de que un IVC de 0.75 es un límite de acuerdo excelente entre diez o más expertos, se ha adoptado como umbral de aceptación para el presente estudio.

La primera ronda de las estimaciones de los expertos ha concluido con la revisión de 6 ítems (i1, i4, i15, i18, i20, i22), que presentaban un índice menor de 0.70. Los seis enunciados han sido valorados como no apropiados en cuanto a univocidad y, además, el i15 no pertinente y el i1 ni pertinente ni relevante. Fue en la segunda ronda de valoración de los expertos donde se ha alcanzado el consenso y todos los ítems han obtenido un índice superior o igual a 0,75 (figura 4).

**Figura 4.** Índice de validez de contenido – consenso final

CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACÍA LA ESTADÍSTICA CON TECNOLOGÍA	Univocity				I- CVI	Pertinence				I- CVI	Relevance				I- CVI
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
	1a. Tendré dificultades para comprender la estadística debido a que no sé pensar los problemas. (Pretest)	0	1	2		5	0,88	0	1		2	5	0,88	0	
1b. Tengo dificultades para comprender la estadística debido a que no sé pensar los problemas.. (Posttest)	0	1	2	5	0,88	0	1	1	6	0,88	0	1	1	6	0,88
2a. Tendré dificultades con la estadística porque cometo muchos errores matemáticos. (Pretest)	1	0	1	6	0,88	0	1	0	7	0,88	1	0	0	7	0,88
2b. Tengo dificultades con la estadística porque cometo muchos errores matemáticos. (Posttest)	1	0	1	6	0,88	0	1	0	7	0,88	1	0	0	7	0,88
3. Disfruto aprendiendo estadística.	0	0	1	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
4. Cuando resuelvo un problema estadístico me cuesta pensar con claridad.	0	1	1	7	0,89	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00
5. La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil.	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00
6. Comprendo el razonamiento estadístico fácilmente.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
7. Me resulta útil e interesante estudiar estadística.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
8. Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos (Excel, CODAP...).	0	0	1	7	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
9. Cuando trato de resolver un problema estadístico me siento muy nervioso.	0	0	2	6	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
10. Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP...)	0	1	2	5	0,88	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
11a. Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado. (Pretest)	0	0	1	7	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
11b. Creo que durante las clases de estadística me siento estresado. (Posttest)	0	0	2	6	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
12. Aprender estadística es fácil.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	1	0	7	0,88
13. La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística (Excel, CODAP...).	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00
14. La estadística me asusta.	0	1	0	7	0,88	0	1	0	7	0,88	0	1	0	7	0,88
15. La estadística me provoca ansiedad.	0	1	0	7	0,88	0	0	1	7	1,00	1	0	0	7	0,88
16. Estoy tranquilo y relajado cuando tengo que resolver un problema estadístico.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	1	0	0	7	0,88
17a. Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles. (Pretest)	0	0	2	6	1,00	0	1	1	6	0,88	0	2	1	5	0,75
17b. Tengo miedo de la estadística ya que ha sido una de las asignaturas más difíciles. (Posttest)	0	0	3	5	1,00	0	1	1	6	0,88	0	1	2	5	0,88
18. Soy competente con el uso del ordenador.	0	1	1	6	0,88	0	0	2	6	1,00	0	0	2	6	1,00
19a. Puedo aprender estadística fácilmente. (Pretest)	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
19b. He podido aprender estadística fácilmente. (Posttest)	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
20a. No sabré en qué consiste la estadística. (Pretest)	0	2	0	6	0,75	0	1	0	7	0,88	0	1	1	6	0,88
20b. No sé en qué consiste la estadística. (Posttest)	0	1	0	7	0,88	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
21. Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase.	0	0	1	7	1,00	0	1	1	6	0,88	0	1	1	6	0,88
22. El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística.	0	0	1	7	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00

**Fuente:** Elaboración propia.

Aunque se haya demostrado la validez de contenido de los 22 ítems, la versión final del cuestionario consta de 16 ítems. Esto es debido a los resultados del análisis factorial exploratorio, tal como se detalla a continuación.

### 3.2. Validez en función de la estructura interna

Las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin KMO y el Test de Esfericidad de Bartlett (tabla 2) nos indican que es apropiado aplicar el Análisis Factorial. Según Kaiser (1958), el valor 0.88 es considerado bueno, ya que lo ha definido dentro del rango de 0.8 a 0.9 porque se encuentra cercano a 1, es decir que es apreciable (citado en Romero *et al.*, 2020). Los valores obtenidos en la prueba de esfericidad de Barlett, con un  $\chi_{231}^2=2080.98$  ( $p=.000$ ), nos indica que las variables están intercorrelacionadas y es viable proseguir con el análisis factorial (Muñoz *et al.*, 2018).

**Tabla 2.** Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		<b>,881</b>
Prueba de esfericidad de Aprox. Chi-cuadrado		2080,980
Bartlett	gl	231
	Sig.	<b>,000</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Mediante la aplicación del EFA con rotación ortogonal varimax se probaron primero los dos modelos siguientes: 1) modelo de 6 factores y 2) sin número fijo de factores. Con nuestra muestra, el EFA no confirma la estructura de las 6 dimensiones planteadas inicialmente. Resulta que seis ítems no funcionan, ya que no correlacionan con ningún factor (i1, i2, i4, i6, i16, i20).

Recalculamos el KMO y el Test de Esfericidad de Bartlett (tabla 3) para confirmar que sigue siendo apropiado aplicar el análisis factorial y obtenemos buenos resultados.

**Tabla 3.** Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		<b>,832</b>
Prueba de esfericidad de Aprox. Chi-cuadrado		1344,228
Bartlett	gl	120
	Sig.	<b>,000</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Volvemos a realizar el EFA después de eliminar los 6 ítems que han resultado débiles y no han correlacionado con ningún factor en un primer EFA, y obtenemos una estructura de 4 factores. No obstante, uno de los factores resultantes, concretamente el de “competencia cognitiva con tecnología” formado por los ítems 10 y 18, presentaba una baja fiabilidad ( $\alpha = ,584$ ). En instrumentos que miden actitudes, se consideran apropiados los valores próximos a 0.70 en coeficientes de fiabilidad (Henerson *et al.*, 1987). Por esta razón, se ha decidido probar un tercer modelo, uniendo los ítems de este factor con los del factor “aprendizaje de estadística con tecnología”. Este tercer modelo de 3 factores se extrajo de un análisis de componentes principales con rotación varimax con Kaiser (la rotación ha convergido en 4 iteraciones). Los tres factores obtenidos (tabla 4) explican el 53.737% de la varianza total, en la que el primer factor “Ansiedad” explica el 29.556%, el segundo “Aprendizaje de estadística con tecnología” explica el 15.159% y el tercer factor “Afecto” explica el 9.021%.

**Tabla 4.** Análisis factorial exploratorio de componentes principales del cuestionario de actitudes hacia la estadística con rotación VARIMAX

Variables latentes y descripción Componentes			
Ansiedad	1. Ítem 5	.721	
	2. Ítem 7	.718	
	3. Ítem 10	.782	
	4. Ítem 11	.784	
	5. Ítem 12	.699	.364
Aprendizaje de estadística con tecnología	1. Ítem 2	.563	
	2. Ítem 4	.727	
	3. Ítem 6	.610	
	4. Ítem 9	.811	
	5. Ítem 13	.561	
	6. Ítem 16	.730	
Afecto	1. Ítem 1		.667
	2. Ítem 3		.642
	3. Ítem 8	.333	.669
	4. Ítem 14	.334	.703
	5. Ítem 15		.723

**Fuente:** Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla 4, los ítems presentan un alfa de Cronbach bueno (Henerson *et al.*, 1987). Además, ninguno supera el umbral de .90, que indicaría la presencia de ítems redundantes en la escala (O'Rourke *et al.*, 2005).

Así pues, el modelo final que se ajusta mejor a los datos está compuesto por 16 ítems y 3 factores: factor 1 “ansiedad” (i9, i11, i14, i15, i17); factor 2 “aprendizaje de estadística con tecnología” (i5, i8, i10, i13, i18, i22) y factor 3 “afecto” (i3, i7, i12, i19, i21). Al reducir el número de ítems, los renumeramos para la versión final del cuestionario (tabla 5), quedando así los factores: factor 1 “ansiedad” (i5, i7, i10, i11, i12); factor 2 “aprendizaje de estadística con tecnología” (i2, i4, i6, i9, i13, i16) y factor 3 “afecto” (i1, i3, i8, i14, i15).

**Tabla 5.** Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología

Versión final de 3 factores (16 ítems)	
5. <i>(inicialmente 9)</i> Cuando trato de resolver un problema estadístico me siento muy nervioso.	
7. <i>(inicialmente 11)</i> Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado.	
10. <i>(inicialmente 14)</i> La estadística me asusta.	<b>Factor 1. Ansiedad</b>
11. <i>(inicialmente 15)</i> La estadística me provoca ansiedad.	
12. <i>(inicialmente 17)</i> Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles.	
<hr/>	
2. <i>(inicialmente 5)</i> La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil.	
4. <i>(inicialmente 8)</i> Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos (Excel, CODAP...).	<b>Factor 2. Aprendizaje de estadística con tecnología</b>
6. <i>(inicialmente 10)</i> Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP...).	
9. <i>(inicialmente 13)</i> La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística (Excel, CODAP...).	
13. <i>(inicialmente 18)</i> Soy competente con el uso del ordenador.	
16. <i>(inicialmente 22)</i> El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística.	
<hr/>	
1. <i>(inicialmente 3)</i> Disfruto aprendiendo estadística.	
3. <i>(inicialmente 7)</i> Me resulta útil e interesante estudiar estadística.	
8. <i>(inicialmente 12)</i> Aprender estadística es fácil.	<b>Factor 3. Afecto</b>
14. <i>(inicialmente 19)</i> Puedo aprender estadística fácilmente.	
15. <i>(inicialmente 21)</i> Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase.	
<hr/>	
<b>Nota:</b> Opciones de respuesta → 1 = <i>Totalmente en desacuerdo</i> ; 2 = <i>En desacuerdo</i> ; 3 = <i>De acuerdo</i> ; 4 = <i>Totalmente de acuerdo</i>	
<b>Fuente:</b> Elaboración propia.	

### 3.3. Fiabilidad

Se ha analizado la consistencia interna del cuestionario a través del análisis estadístico de Alfa de Cronbach, con el programa SPSS 26.0. Asimismo, se ha analizado también el comportamiento de cada factor con respecto a la fiabilidad.

El grado de correlación interna entre los 16 ítems que forman el cuestionario ha resultado alta ( $\alpha = 0.83$ ). Analizando cada factor por separado, también se han obtenido resultados positivos, siendo el factor “ansiedad” el que ha alcanzado una mejor consistencia interna (factor “ansiedad”:  $\alpha = 0.83$ ; factor “aprendizaje de estadística con tecnología”:  $\alpha = 0.76$ ; factor “afecto”:  $\alpha = 0.77$ ). Según Henerson *et al.* (1987), valores

próximos a 0.70 en coeficientes de fiabilidad de instrumentos que miden actitudes se consideran adecuados. Un valor superior a 0.70 revela una fuerte relación entre las preguntas (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020). En este caso, los resultados muestran una alta consistencia interna y podemos afirmar que el cuestionario es una prueba fiable.

#### 4. Discusión

El presente estudio plantea aportar un cuestionario en español que evalúa las actitudes del alumnado de secundaria hacia el aprendizaje de estadística a través de recursos tecnológicos. Debido a la ausencia de un cuestionario de estas características, se ha elaborado y llevado a cabo una validación exploratoria de un instrumento que cubra esta carencia. La validez de contenido del cuestionario ha sido avalada por la técnica del juicio de expertos. Se exploró la validez en función de la estructura interna mediante la técnica de EFA y el mejor modelo resultó una estructura de tres factores, denominados ansiedad, aprendizaje de estadística con tecnología y afecto. Los resultados muestran que la fiabilidad general y de cada uno de los tres factores es alta. El factor de Ansiedad es el que mejor consistencia interna ha obtenido ( $\alpha = 0.83$ ) y el que mayor % de varianza explica (29.556%), del 53.737% de varianza total. Además, el tamaño de la muestra adoptada en el presente estudio es adecuada para una exploración de validación del instrumento.

Estos resultados nos permiten afirmar que el cuestionario elaborado puede ser una buena herramienta para que alumnado y profesorado obtengan información relevante en tres aspectos que han cobrado cada vez más relevancia entre los investigadores y en la comunidad educativa: 1) cómo las actitudes afectan el aprendizaje, 2) especial atención a las actitudes negativas hacia la estadística, y 3) cómo el uso de nuevas tecnologías mejora el aprendizaje de la estadística. Autores como Cetin *et al.* (2019), defienden que las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas son un notable pronóstico del resultado que obtendrán. Por eso, uno de los principales objetivos de la educación debe ser mejorar las actitudes del alumnado. Para acercarnos a este objetivo, nuestra propuesta plantea hacerlo a través de los tres factores que componen el cuestionario: 1) la ansiedad, 2) el rol que puede desempeñar la tecnología en el aprendizaje de la estadística, y 3) el afecto, entendido como las interpretaciones y los juicios de valor que desarrolla el alumnado sobre el aprendizaje de la estadística y que tienen un impacto en los procesos de aprendizaje y en el rendimiento matemático (Ingram, 2015).

Un gran número de estudios avalan la relevancia e interdependencia de estos tres factores en el aprendizaje de la estadística. En esta línea, Attard y Holmes (2020) concluyen que la tecnología puede aumentar la participación del alumnado en la clase



de matemáticas, a través de actividades pedagógicas más atractivas y de una interacción más fluida, ya que reciben una respuesta inmediata sobre si lo que están haciendo está bien. El hecho de recibir una valoración ajustada e inmediata de las acciones que realizan en la pantalla, mejora el afecto del alumnado hacia la asignatura.

Avcı y Coşkuntuncel (2019) presentan los programas de software VUstat y TinkerPlots como herramientas promotoras de una mejor comprensión estadística, en base a sus características visuales que permiten mostrar los resultados de forma rápida y precisa para comparar datos y gráficos. A través de un diseño cuasi-experimental, Seloraji y Leong (2016) confirman que a través del uso de TinkerPlots, el alumnado incrementó notablemente su razonamiento estadístico.

Varios estudios corroboran que la tecnología tiene un impacto positivo en las actitudes del alumnado hacia la estadística y consigue que disfruten con su aprendizaje: emociones y opiniones sobre la utilidad y relevancia de la materia (Albelbisi & Yusop, 2018; Kharuddin & Ismail, 2017; Saldanha & Thibault, 2018; Silva & Sousa, 2020).

Estos hallazgos deberían impulsar al profesorado que se dedica a la enseñanza de la estadística, primero, a incrementar su interés por las actitudes de su alumnado y segundo, a promover el uso de tecnología en sus clases.

Concluyendo, la presente investigación aporta evidencia científica y estadística que permite afirmar que, en este estudio piloto, el “Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología” es un instrumento fiable para valorar las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología. Esta fiabilidad puede ayudar al profesorado en la toma de decisiones pedagógicas encaminadas a mejorar las actitudes del alumnado hacia la estadística e incrementar su percepción sobre la utilidad de la estadística como herramienta que puede ser utilizada en diversas situaciones cotidianas. La sociedad del conocimiento del siglo XXI y el incremento de información que nos proporcionan las tecnologías requiere de una ciudadanía equipada con habilidades para analizar e interpretar datos y tomar decisiones consecuentes a este análisis, tanto para asuntos personales, como laborales. El cuestionario propuesto en este artículo puede ser un instrumento válido y necesario para conseguir este objetivo.

## 5. Conclusiones y limitaciones

Las conclusiones de este primer estudio responden al objetivo que se ha planteado:

### **Adaptación y validación exploratoria al español de un cuestionario que evalúe las actitudes hacia la estadística con uso de tecnología en secundaria.**

Se ha alcanzado favorablemente este propósito y a continuación se exponen las conclusiones del estudio:

- Se ha adaptado un cuestionario de 16 ítems al castellano, a través de una doble traducción: 1º) traducción del inglés al castellano por dos profesoras bilingües y 2º) traducción del castellano al inglés por dos traductores bilingües. De esta manera, se ha confirmado que los cuatro profesionales coinciden en la comprensión de los enunciados.
- El juicio de expertos ha demostrado la validez de contenido del cuestionario, con un índice igual o superior a 0,75 en todos los ítems.
- En cuanto a la validez de constructo, a través del EFA hemos obtenido un instrumento de 16 ítems y 3 factores, que son: Ansiedad, Aprendizaje de estadística con tecnología y Afecto.
- La consistencia interna del cuestionario es alta ( $\alpha = 0.83$ ) y de los tres factores, el de ansiedad es el que mayor fiabilidad ha obtenido ( $\alpha = 0.83$ ). El resultado ha sido positivo también para los factores “aprendizaje de estadística con tecnología” ( $\alpha = 0.76$ ) y “afecto” ( $\alpha = 0.77$ ).

La validación de un cuestionario de estas características conlleva varias aportaciones para la comunidad educativa. Que el profesorado cuente con herramientas como el cuestionario planteado, les permite conocer aquellos aspectos que pueden potenciar u obstaculizar los procesos de aprendizaje de la estadística. Con este conocimiento, profesorado y comunidad científica podrán mejorar y adaptar los métodos de enseñanza de la estadística a las necesidades y características del alumnado. El cuestionario presentado va a permitir conocer qué actitudes presenta el alumnado hacia la estadística y si perciben la tecnología como herramienta facilitadora de su aprendizaje. En síntesis, cuatro razones avalan la necesidad de elaboración de este cuestionario:

- Inexistencia en la bibliografía de un cuestionario validado en español que nos brinde información sobre las actitudes del alumnado de educación secundaria hacia el aprendizaje de la estadística a través de recursos tecnológicos.
- Aportar información relevante que posibilite la inclusión de las potencialidades de la tecnología como herramienta cognitiva y social capaz de facilitar el aprendizaje de la estadística.

- Contribuir con evidencias empíricas que permitan impulsar la innovación en la enseñanza-aprendizaje de la estadística.
- Enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística y mejorar la percepción del alumnado sobre su utilidad.

### *Limitaciones*

En cuanto a limitaciones del estudio, el uso de una muestra más amplia permitiría validar el instrumento y mejoraría la generalización de los resultados obtenidos en el presente estudio. También se sugiere analizar la validez externa y se propone que en futuras investigaciones que empleen el cuestionario, se contrasten los resultados del EFA obtenidos en este estudio con otras muestras: estudiantes de otros cursos de Educación Secundaria, Bachillerato e incluso con estudiantes de Universidad. Sería adecuado e interesante relacionar el nuevo instrumento con variables como, por ejemplo, el rendimiento académico en matemáticas o rasgos de personalidad.

En el siguiente estudio de la tesis profundizaremos en el análisis de las respuestas del alumnado al cuestionario, iniciales y finales. El objetivo principal será comparar las diferencias entre las respuestas del alumnado previas a la intervención y las posteriores a la misma.



## CAPÍTULO V.

---

**Efectos de una intervención educativa para resolver un reto estadístico de forma colaborativa con tecnología, en las actitudes hacia la estadística con tecnología (Estudio 2)**

## **1. Introducción**

El primer estudio ha concluido con la validación exploratoria del cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología, en español (Cujba & Pifarré, 2024). El segundo estudio que se presenta en esta tesis tiene por objetivo conocer el impacto que puede tener la participación del alumnado en una intervención educativa que promueve y mejora su toma de decisiones basada en la indagación científica de datos y con el uso de la tecnología, en sus actitudes hacia el aprendizaje de la estadística. Para ello, se ha utilizado el cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología ([Capítulo IV](#)) en un estudio realizado en aulas de secundaria reales. La intervención educativa que se evalúa en este segundo estudio y que se ha diseñado e implementado con alumnado de 2º de ESO, forma parte del proyecto internacional SPIDAS, presentado en el [Capítulo III](#).

Este estudio tiene como objetivo diseñar, implementar y evaluar una intervención basada en proyectos y mejorada con uso de tecnología, que podría ofrecer al alumnado de secundaria las habilidades estadísticas y digitales necesarias para usar los datos para abordar problemas de la vida real. En concreto, en este estudio analizamos los efectos que esta intervención basada en proyectos potenciados por la tecnología podría tener sobre las actitudes de los estudiantes hacia la estadística. Nuestra hipótesis de trabajo es que los estudiantes aumentaran sus actitudes positivas hacia la estadística porque la intervención basada en proyectos mejorada con tecnología creará un entorno de aprendizaje significativo que aumentará la conciencia del alumnado sobre el rol de los datos, la estadística y la tecnología en la resolución de diversos problemas cotidianos.

Nuestro estudio pretende contribuir a la investigación sobre el diseño y la aplicación de métodos innovadores en la enseñanza de la estadística. Los métodos innovadores que se aplican (aprendizaje basado en proyectos, el análisis de datos, el trabajo colaborativo y el uso de tecnología) no se han combinado anteriormente. Con este fin, nuestra investigación adoptó un enfoque cuasi-experimental para responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son los efectos de una intervención basada en proyectos colaborativos, mejorados con tecnología y basados en datos sobre las actitudes de los estudiantes hacia la estadística? Nuestra hipótesis general de trabajo fue que el diseño y la implementación de una intervención en el aula real y de largo plazo que incorpore las cuatro variables educativas clave para la promoción de la educación estadística, ya mencionadas, tendría un impacto positivo en las actitudes de los estudiantes hacia la estadística.

## **1.1. Hipótesis**

En este estudio se espera que el alumnado que ha seguido la intervención educativa SPIDAS presente una mejora de sus actitudes superior a la que experimentará el grupo de alumnos y alumnas que ha seguido una intervención tradicional. En base a estas expectativas, se ha planteado investigar las cuatro hipótesis siguientes:

*HIPÓTESIS 1.* El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud global hacia la estadística. Este incremento será superior al de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

*HIPÓTESIS 2.* El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS disminuirá su ansiedad hacia la estadística, a diferencia de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

*HIPÓTESIS 3.* El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

*HIPÓTESIS 4.* El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS aumentará su afecto hacia la estadística, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

## **2. Metodología**

Con el objetivo de analizar el impacto que puede tener la intervención educativa SPIDAS en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística, se ha diseñado un estudio cuasi-experimental en el que se ha establecido un grupo experimental (GE en adelante), grupo de estudiantes que sigue la intervención educativa SPIDAS y un grupo control (GC en adelante) que sigue la enseñanza habitual del aula.

### **2.1. Participantes**

La muestra analizada en el presente estudio está formada por 174 estudiantes de 2º de Educación Secundaria (13-14 años) de dos colegios concertados de Lleida, divididos entre un grupo experimental y grupo control. El GE está compuesto por 110 estudiantes, cuya distribución de género es homogénea: 52,7% (58) chicas y 47,3% (52) chicos. En el GC, formado por 64 estudiantes, la distribución de género es también homogénea: 53,12% (34) chicas y 46,88% (30) chicos. Además, los colegios participantes

presentan características socioeconómicas similares y los participantes tienen un nivel de rendimiento académico general parecido, tal como lo muestran los resultados de la Prueba Nacional de Competencias Básicas. Varios estudios demostraron una correlación significativa entre el nivel socioeconómico y el rendimiento académico, siendo negativa en las escuelas con antecedentes de nivel socioeconómico más bajo (Berkowitz *et al.*, 2017).

## 2.2. Instrumentos de evaluación

El instrumento de evaluación empleado es el cuestionario de actitudes hacia la estadística, elaborado y validado de forma exploratoria en lengua española (Cujba & Pifarré, 2024), presentado en el [Capítulo IV](#). Consta de 16 ítems que se estructuran en 3 factores: *Ansiedad*, *Aprendizaje de estadística con tecnología*, *Afecto*. Los estudiantes han respondido el cuestionario de forma individual, a través de un formulario de Google, y se evaluaron sus actitudes con una escala Likert de 4 opciones: 1=*Totalmente en desacuerdo*, 2=*En desacuerdo*, 3=*De acuerdo*, 4=*Totalmente de acuerdo*.

Cabe señalar que los ítems que constituyen el factor “ansiedad” son negativos y, por lo tanto, reversibles. Se invirtieron antes del análisis de datos. Por lo tanto, las puntuaciones altas en todos los factores 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.

## 2.3. Procedimiento

Tal y como se presenta en la figura 5, el procedimiento experimental constó de tres momentos: un primer momento, antes de la intervención, en el que el alumnado contestó a todos los ítems del cuestionario de actitudes hacia la estadística; un segundo momento en el que el alumnado del grupo control y experimental ha realizado una intervención educativa sobre estadística con características de enseñanza y aprendizaje diferenciadas, y un tercer momento, después de la intervención en el que el alumnado contestó de nuevo el cuestionario de actitudes hacia la estadística. El GE siguió la intervención educativa de SPIDAS y el GC siguió una intervención educativa tradicional.

**Figura 5.** Momentos del procedimiento experimental



**Fuente:** Elaboración propia.



La intervención educativa del GE ha tenido una duración aproximada de 2 meses. La intervención ha consistido en la realización de un proyecto estadístico, implicado en la asignatura de matemáticas, para resolver un problema de la vida real. En concreto, el proyecto cuestionaba al alumnado sobre *cómo influye el clima en nuestras actividades cotidianas*, pregunta planteada conjuntamente por investigadores y profesores. 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), entender e interpretar los datos y dar respuestas argumentadas al cambio climático. En relación al tópico general presentado, los alumnos han consensuado en grupo su pregunta de investigación, pero basada en sus intereses. El alumnado trabajó en pequeños grupos de 3-4 estudiantes y se combinó el trabajo presencial en el aula, con el trabajo fuera del aula. Fuera del aula, los grupos han trabajado de forma sincrónica con la plataforma Drive de Google. Por ejemplo, una de las actividades que han realizado fuera del aula ha sido la redacción del informe final de su investigación, con la aplicación Documentos de Google. Gracias a las características de esta aplicación, el alumnado ha podido seguir colaborando a pesar de no estar físicamente en el mismo lugar; a través de la función de “comentarios” y de “chat” de la que dispone, se han podido comunicar en tiempo real para aportar y argumentar sus ideas, debatir y llegar a un consenso.

Para la resolución del proyecto estadístico se diseñaron un conjunto de recursos pedagógicos que favorecían el aprendizaje de las seis estrategias clave de análisis de datos, que son: 1) estrategias para *definir el problema*; 2) estrategias para *considerar los datos* necesarios para resolver el problema planteado; 3) estrategias para *explorar los datos* recogidos y encontrar relaciones y tendencias que ayuden a entender e interpretar esos datos; 4) estrategias para *sacar conclusiones* basadas en los datos recogidos; 5) estrategias para *tomar decisiones* basadas en los datos recogidos y que sirvan para mejorar la calidad de vida de las personas y además, tengan un impacto positivo en el cambio climático; y 6) estrategias para evaluar las *acciones* a seguir en relación con el problema planteado. En la figura 6 se expone la definición de cada una de las seis estrategias, que forman el ciclo de análisis de datos. El “Ciclo de análisis de datos” se basa en el ciclo de investigación estadística PPDAC (Wild & Pfannkuck, 1999), el pensamiento estadístico (Wild *et al.*, 2011) y la inferencia estadística informal (Makar & Rubin, 2009, 2018).

El diseño del proyecto de estadística incorpora de forma innovadora los tres ejes pedagógicos que los estudios previos revisados apuntan como claves para promover estrategias de análisis de datos en el alumnado y que son: 1) el trabajo por proyectos basado en datos, 2) el aprendizaje colaborativo y 3) el uso de tecnología para ayudar a aprender estadística, a través de un aprendizaje visual (Frischemeier *et al.*, 2021). En el presente estudio se ha utilizado el software libre CODAP. Este software tiene las mismas

características que TinkerPlots. Ambos softwares son fáciles de utilizar por usuarios inexpertos, permiten una creación flexible de gráficos, admiten los análisis exploratorio y confirmatorio y son muy interactivos (McNamara, 2018). Como desventaja, TinkerPlots requiere una instalación previa y una licencia de pago por cada ordenador, coste que ni el grupo de investigación ni el centro educativo podían asumir.

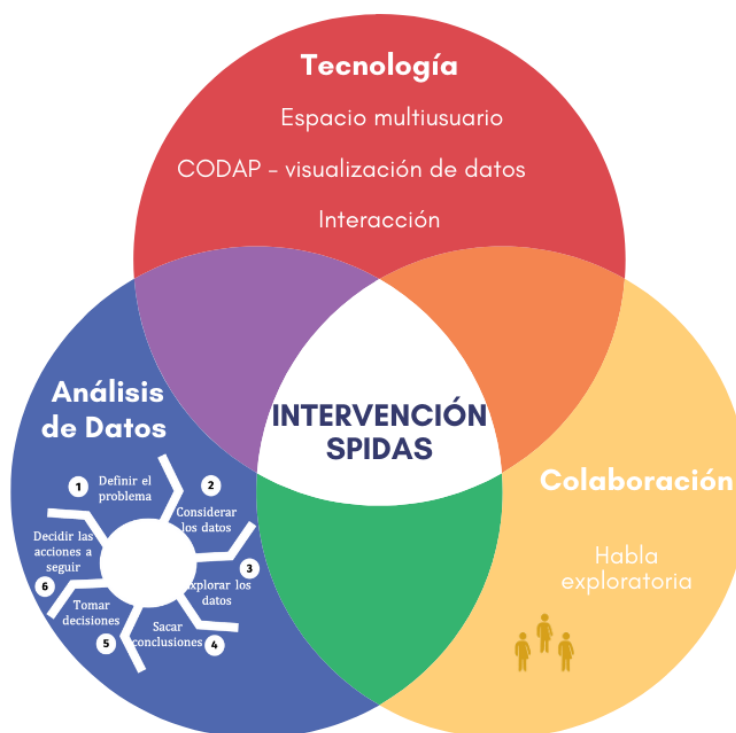
Figura 6. Definición de las seis estrategias de la intervención



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, exponemos como se han incorporado estos tres ejes en la intervención educativa diseñada en esta investigación. La figura 7 muestra de manera gráfica cómo la intervención SPIDAS combina los avances científicos previos de estos tres métodos innovadores para la enseñanza de la estadística. Los elementos que caracterizan la intervención se detallan en los siguientes apartados.

**Figura 7. Intervención SPIDAS**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.3.1. Trabajo por proyectos basado en datos**

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

En la intervención educativa SPIDAS se han definido seis fases de aprendizaje que han permitido al alumnado resolver con éxito el problema planteado. Las fases que han seguido los estudiantes han sido: 1) definir el problema, 2) considerar los datos, 3) analizar los datos, 4) sacar conclusiones, 5) tomar decisiones, y 6) decidir las acciones a seguir. El alumnado es conocedor en todo momento en qué fase del proyecto se encuentra y cuál es el objetivo principal de cada una de las fases.

El contenido de nuestra intervención educativa se ha contextualizado a la realidad cotidiana del alumnado, ya que el reto planteado ha sido: *¿cómo afecta el tiempo a nuestras vidas?* De esta manera, se ha facilitado el aprendizaje y la integración

de los conceptos estadísticos y su aplicación a datos reales, recogidos por el propio alumnado.

El problema planteado les pedía relacionar actividades de su día a día con el tiempo, y favorecer de este modo, un pensamiento crítico sobre la relevancia del clima y del cambio climático en nuestras vidas. En el presente estudio, se ha promovido desde el principio el contacto con datos reales. Esta promoción se ha realizado con las tres acciones siguientes: (a) primero, el alumnado construye conocimientos previos sobre la relación entre el clima y la zona geográfica con la resolución de la actividad de buscar información sobre Lleida, Exeter y Pamukkale, y la relacionan con el clima; (b) una vez tienen consensuada la pregunta de investigación y la hipótesis de trabajo, el alumnado decide qué datos deben recoger y cómo -datos reales de bases de datos y/o a través de una encuesta propia-, (c) después de analizar los datos recogidos, se anima al alumnado a sacar conclusiones que tengan una implicación real para el problema inicial.

Finalmente, y con el objetivo de favorecer los procesos de contextualización de la intervención, se ha facilitado que el alumnado intercambie datos con los estudiantes de los otros centros implicados, tanto nacionales como internacionales: otros dos centros de su misma ciudad y los centros de Exeter y Pamukkale. La intención ha sido motivar al alumnado y mantener su atención en el proceso de recogida de datos, para que puedan comparar las respuestas de personas de su ciudad natal con respuestas reales de otros contextos y culturas. A su vez, al contestar ellos encuestas de alumnado de Exeter y Pamukkale, han podido conocer las inquietudes e intereses de otros jóvenes de su edad de otras partes del mundo.

Se ha promovido un rol activo del alumnado durante todo el proyecto que ha convertido a los estudiantes en impulsores de su propio aprendizaje. Así pues, el rol del docente también ha experimentado una transformación y ha dejado de ser la figura que retiene todos los conocimientos para convertirse en guía de sus discípulos. En la intervención presentada, son los propios estudiantes los que eligen la temática que les interesa investigar, qué datos necesitan recoger para resolver el problema y cómo analizarlos. El profesor les orienta a lo largo de todo el proyecto y les brinda una atención personalizada, hablando en cada sesión con cada grupo pequeño de trabajo, por separado. En varios momentos del proyecto se ha fomentado la valoración del trabajo de cada grupo, entre todo el alumnado de la clase. El alumnado ha recibido la ayuda y las sugerencias de los compañeros de clase en relación a la hipótesis de trabajo y para validar la encuesta de recogida de datos. Esta acción ha incrementado el rol activo del alumnado, al hacerles partícipes de las investigaciones de sus compañeros, asignándoles un rol de expertos.

### 2.3.2. Trabajo 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 3 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 normas grupales. Con el objetivo de promover un buen funcionamiento del grupo y un trabajo más eficaz, han resuelto una actividad y han analizado posteriormente su conducta durante la realización de la misma. A través de un juego competitivo entre los grupos de clase, se incita al alumnado a reflexionar sobre los aspectos que han hecho triunfar o fracasar a su grupo, qué podría haber funcionado mejor y que rol ha desempeñado cada miembro (líder, creativo, actitud negativa o positiva).
- b) Reflexión sobre las actitudes y comportamientos durante el trabajo en grupo. Se han analizado unas viñetas con diversas interacciones de estudiantes que muestran diferentes comportamientos, para debatir cuáles son correctos y cuáles no.
- c) Construcción del grupo ideal. Después de las reflexiones sobre comportamientos adecuados para el trabajo en grupo, cada alumno escribe como se imagina un grupo ideal. Los miembros de cada grupo pequeño comparten los deseos que han pensado para que el grupo funcione bien y consensuan tres normas que se comprometen a seguir durante todo el proyecto. Estas normas son muy importantes, porque un buen ambiente en el grupo aumenta la motivación del alumnado y las probabilidades de que resuelvan el trabajo con éxito. El trabajo colaborativo evita la frustración que puede sentir un estudiante que trabaja solo, si se bloquea en algún momento por no comprender un concepto de aprendizaje concreto. Los miembros de un grupo de trabajo comparten las dudas y se retroalimentan para buscar juntos alternativas y la mejor solución. En definitiva, aprenden los unos de los otros y a la vez, aprenden conjuntamente.

El trabajo colaborativo no solamente se ha fomentado en los grupos pequeños de trabajo, sino también en el grupo-clase, con todos los alumnos y alumnas, promoviendo una cultura de diálogo y de colaboración en el aula. Para ello, en varias sesiones, cada grupo pequeño recibió *feedback* de los demás compañeros sobre el trabajo realizado.

Para facilitar y promover procesos de trabajo colaborativo y dialógico, se ha utilizado a lo largo de todo el proyecto el uso de la tecnología.

### 2.3.3. Uso de tecnología

El objetivo principal de la tecnología en el proyecto ha sido promover procesos de trabajo colaborativo y dialógico singulares. Teniendo en cuenta la extensa investigación sobre el rol de las tecnologías interactivas (Major *et al.*, 2017; Pifarré, 2019) para mejorar el trabajo colaborativo y las discusiones dialógicas, se utilizaron algunas aplicaciones de Google Drive. Así pues, de las tecnologías empleadas, destacamos las aplicaciones vinculadas al Drive, que tienen un carácter sincrónico y multiusuario, que son: dibujos de Google, documentos de Google, formularios de Google, presentaciones de Google. Estos espacios de trabajo, sincrónicos, han fomentado cuatro procesos clave de trabajo colaborativo con tecnología: 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<sup>3</sup>) y d) la tecnología ha realizado el rol de herramienta que ha ayudado al alumnado a organizar los datos, manipularlos, crear gráficos y analizarlos.

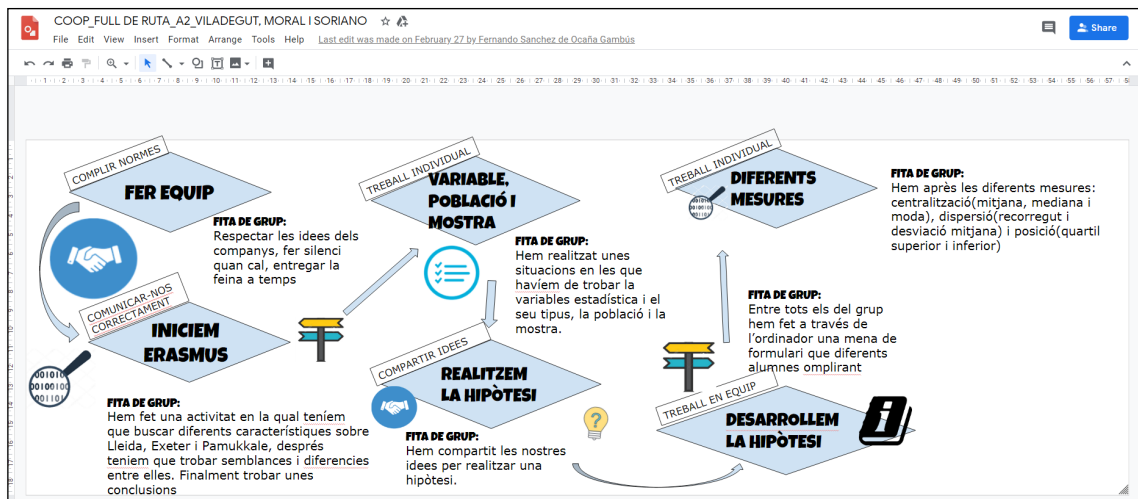
Se ha utilizado la tecnología en todas las fases del proyecto y se ha seleccionado la tecnología concreta en función del objetivo de cada fase o actividad. Destacamos el uso de las tecnologías utilizadas para la resolución de las cuatro fases o actividades relevantes del proyecto:

- **Hoja de ruta → DIBUJOS DE GOOGLE.** Cada grupo pequeño de trabajo ha diseñado su propia hoja de ruta, en la que han resumido y recogido la información más relevante del trabajo de grupo en cada actividad que han realizado. La tecnología utilizada, Dibujos de Google, ha favorecido la discusión y la planificación del trabajo de grupo. Es un espacio de trabajo que ha permitido al alumnado reflexionar, evaluar el trabajo de grupo y acordar sobre los logros del grupo (ver ejemplo en la figura 8).

---

<sup>3</sup> Del inglés “Learning to learn together”

**Figura 8.** Ejemplo de hoja de ruta de un grupo pequeño



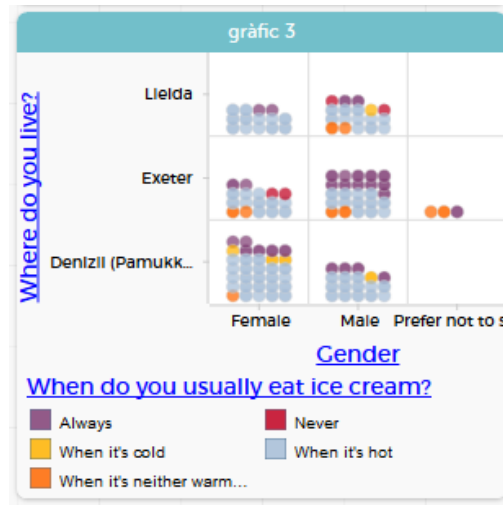
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del alumnado.

- **Recogida de datos** → **EXCEL; FORMULARIOS DE GOOGLE; WEB ONLINE.** Como instrumento de recogida de datos para sus investigaciones, cada grupo pequeño ha diseñado un cuestionario a través de Formularios de Google, y también han buscado datos sobre el tiempo en la web online. El formulario de Google ha permitido la recogida de datos de forma masiva y online, y ha facilitado enviar los cuestionarios a los compañeros de proyecto de los otros países (Inglaterra y Turquía).

En esta fase, con el programa Excel se han organizado y preparado los datos para ser importados al software CODAP, para su posterior análisis.

- **Explorar los datos** → **CODAP.** Como ya se ha mencionado anteriormente, el alumnado ha aprendido primero a utilizar el software de análisis de datos, CODAP (programa de libre uso para todos los usuarios, muy intuitivo). Este programa, que permite la visualización gráfica de los datos, ha facilitado a los estudiantes la comprensión y la interpretación de sus datos. Gracias al diseño interactivo y manipulable del CODAP, el alumnado puede experimentar con sus propios datos y obtener de forma inmediata gráficos representativos de sus investigaciones (ver ejemplo en la figura 9).

Figura 9. Ejemplo de gráfico del CODAP



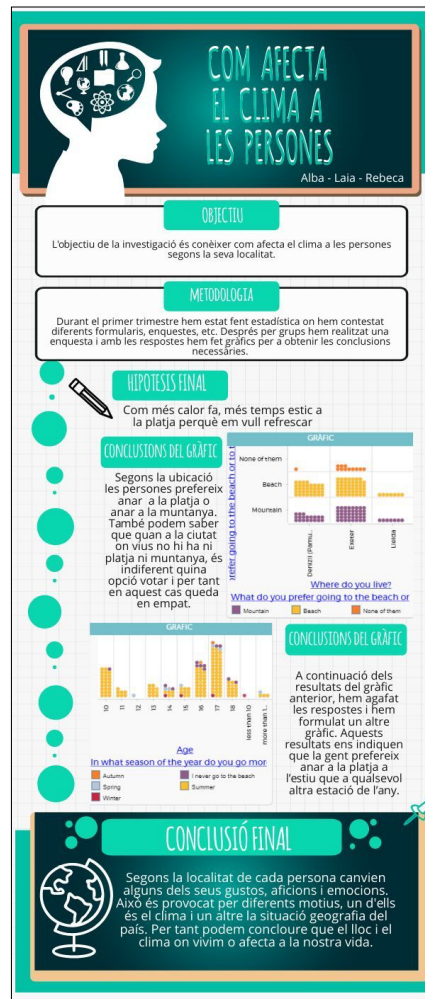
Fuente: Elaboración propia con base en datos del alumnado.

- **Conclusiones y toma de decisiones** → **DOCUMENTOS DE GOOGLE; CANVA; EASEL.LY; VISUAL.LY; PRESENTACIONES DE GOOGLE.** El trabajo realizado por los estudiantes en esta fase se ha llevado a cabo, prácticamente todo, fuera del aula. Gracias a la tecnología, se ha podido realizar también de forma colaborativa. Los grupos han redactado el informe final de su investigación a través de la aplicación sincrónica Documentos de Google.

Posteriormente, con el objetivo de comunicar los resultados de sus investigaciones, han realizado infografías con la ayuda de varias webs de diseño gráfico (las más utilizadas han sido Canva y Easel.ly) y la aplicación Presentaciones de Google. Estas webs de diseño gráfico son páginas muy intuitivas, colaborativas y de uso sencillo, aunque permiten crear multitud de presentaciones profesionales (ver ejemplo en la figura 10).



**Figura 10.** Ejemplo de infografía de un grupo pequeño



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del alumnado.

Una vez presentados los tres ejes pedagógicos que definen la intervención educativa SPIDAS, presentamos en la tabla 6 las actividades de trabajo del proyecto que se estructuraron en 6 grandes fases. Cada fase coincide con cada una de las estrategias de análisis de datos detalladas en la figura 6.

**Tabla 6.** Actividades de trabajo del proyecto

FASE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE AULA REALIZADO	TECNOLOGIA UTILIZADA
<b>Reto inicial y Creación de grupos (2h aprox.)</b>	<p>·Se presenta el reto: <i>¿Cómo incide y moldea el tiempo nuestras actividades cotidianas?</i></p> <p>·Se crean los grupos de trabajo (3 miembros cada uno) y acuerdan las normas para un mejor funcionamiento del grupo.</p> <p><i>*Al final de cada sesión, cada grupo pequeño anotaba los logros conseguidos en dicha sesión, en la hoja de ruta que utiliza la tecnología Dibujos de Google.</i></p>	<p>·Dibujos de Google</p>
<b>1. Definir el problema (7h aprox.)</b>	<p>·Cada grupo pequeño se informa sobre diferentes actividades relacionadas con las 3 ciudades que participan en el proyecto y buscan la relación que tienen con el clima (búsqueda de información en la web online).</p> <p>·En otra sesión, todo el grupo-clase define conjuntamente qué es la estadística, a partir de los conocimientos previos que alberga cada uno de ellos. Profesor y alumnos co-definen los conceptos básicos de estadística: población, muestra, variable cuantitativa y variable cualitativa.</p> <p>·En varias sesiones, cada grupo pequeño:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. propone temáticas para su investigación, mediante una lluvia de ideas sobre actividades cotidianas que pueden estar influenciadas por el tiempo;</li> <li>b. define diversas hipótesis a partir de preguntas de investigación relacionadas con las temáticas escogidas en la sesión anterior;</li> <li>c. y valida las hipótesis elaboradas a través de preguntas clave que les ayudan a detectar las mejores hipótesis.</li> </ol> <p>En este punto se fomenta la colaboración del grupo-clase, al dar y recibir retroalimentación entre todo el alumnado de la clase. Cada grupo pequeño comparte sus hipótesis con el resto de compañeros, que asumen rol de jueces, para mejorar sus hipótesis y escoger la definitiva.</p>	<p>·Web online</p> <p>·Dibujos de Google</p>
<b>2. Considerar los datos (5h aprox.)</b>	<p>·Cada grupo pequeño reflexiona y decide qué datos necesita recoger, dónde y cómo, para poder responder su hipótesis.</p> <p>·Profesor y alumnos co-definen los requisitos que debe cumplir una buena encuesta y analizan conjuntamente los puntos fuertes y débiles de una encuesta modelo que contestan en clase.</p> <p>·Cada grupo pequeño crea su encuesta para recoger datos y la validan con la ayuda de otros compañeros y del profesor.</p>	<p>·Formularios de Google</p> <p>·Web online</p> <p>·Dibujos de Google</p>

	También han buscado datos relacionados con el tiempo, en la web online como, por ejemplo, temperaturas mínimas y máximas, pluviometría de una zona y fechas concretas, etc.	
<b>3. Explorar los datos (13h aprox.)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Se han dedicado algunas sesiones a consolidar los conceptos clave (medidas de centralización; de dispersión y de posición - media, mediana, moda, desviación media, recorrido-; determinación de variables) para favorecer la posterior redacción de las conclusiones.</li> <li>·Especial énfasis en esta parte de la intervención, por el relevante rol que desempeña la tecnología. Los estudiantes aprenden a utilizar el software online CODAP para analizar los datos que han recogido para sus investigaciones.</li> <li>·Interpretan los resultados gracias a la visualización gráfica de CODAP y comunican los resultados finales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Excel</li> <li>·CODAP</li> <li>·Dibujos de Google</li> </ul>
<b>4. Sacar conclusiones (3h aprox.)</b>	Cada grupo pequeño redacta un informe en el que presentan todos los pasos que han seguido en su investigación y analizan los resultados. Los grupos que lo han considerado oportuno, han realizado más gráficos con CODAP en busca de otros patrones o correlaciones entre variables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>·CODAP</li> <li>Documentos de Google (Drive)</li> <li>·Dibujos de Google</li> </ul>
<b>5. Tomar decisiones (3h aprox.)</b>	Cada grupo pequeño ha decidido el formato de comunicación de sus resultados, el público a quien se dirigían y qué mensaje querían transmitir. Han hecho predicciones basadas en los datos. Casi todos los estudiantes decidieron crear una infografía y algún grupo infografía en formato video.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Webs de diseño gráfico:</li> <li>·Canva</li> <li>·Easel.ly</li> <li>·Visual.ly</li> <li>Presentaciones de Google</li> </ul>
<b>6. Decidir las acciones a seguir (3h aprox.)</b>	Una vez finalizada la investigación y su comunicación, el alumnado reflexiona sobre las acciones a seguir en relación con el problema definido: ¿necesitarían recoger más datos?, ¿necesitarían hacer más análisis?, ¿preguntar a expertos? ...	

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **2.3.4. Grupo control**

A diferencia del grupo experimental, el grupo control siguió una intervención más tradicional, en la que el profesor impartía los conceptos estadísticos de una forma expositiva.

La intervención también duró 2 meses. Durante estas sesiones, el profesorado ha tenido un rol central con la explicación de los contenidos. En cambio, el alumnado ha tenido un rol más pasivo, atendiendo las explicaciones del profesorado y poniendo en práctica lo aprendido con la realización de diversos ejercicios, individualmente. A diferencia del GE, en el que cada grupo pequeño trabajaba con datos relacionados a un tema de su interés, en el GC todo el alumnado ha trabajado con los mismos datos, facilitados por el profesorado. Algunos de estos ejercicios se realizaban fuera del aula, como deberes y de forma individual.

La tecnología empleada en el GC es la que se caracteriza por ser utilizada para hacer estadística y no para aprender estadística (Woodard *et al.*, 2020). En concreto, se ha utilizado el software Excel. Esta herramienta tecnológica es una hoja de cálculo que permite realizar cálculos y gráficos, pero para ello, se requiere ser conocedor de las operaciones necesarias para ejecutar los parámetros deseados. Los estudiantes deben invertir más tiempo para comprender qué cálculos y fórmulas necesitan aplicar y cómo, en lugar de analizar e interpretar datos. El profesorado explicaba en clase dichas operaciones a realizar con Excel, para que, en casa, el alumnado realice la mayoría de las actividades. Esas actividades contenían datos reales, pero sin contextualizar un problema o situación cotidiana.

En las clases tradicionales, como las que ha seguido el GC, no se contextualizan los contenidos y el alumnado aprende a hacer cálculos estadísticos con un conjunto de números y datos que no guardan ninguna relación con su contexto real. Eso dificulta que los estudiantes sepan, en un futuro, en qué momento necesitan recurrir a los mismos cálculos o contenido aprendido.

#### **2.4. Análisis de datos**

Para poder responder las hipótesis del estudio, se han analizado los datos recogidos a través del cuestionario de evaluación de actitudes hacia la estadística con tecnología ([Capítulo IV](#)). Se realiza un análisis cuantitativo con el objetivo de conocer los efectos de la intervención educativa SPIDAS en el grupo experimental y si existen diferencias con el grupo control, en cuanto a las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología. A continuación, se presentan las estrategias de organización y análisis de datos.

Se realizan las siguientes pruebas estadísticas:

- **Shapiro-Wilk:** esta prueba permite realizar un contraste de la normalidad y conocer si las distribuciones de las muestras de ambos grupos siguen una distribución normal o, al contrario, se alejan de la normalidad.
- **Rangos de Wilcoxon:** esta prueba no paramétrica, para muestras relacionadas, facilita la comparación entre el pretest y el postest de cada grupo, por separado: experimental y control. Se han buscado diferencias entre los tres factores del cuestionario, entre los ítems que lo componen y por supuesto, entre la puntuación global de actitud.
- **U de Mann Whitney:** a través de esta prueba no paramétrica, para muestras independientes, se comparan las puntuaciones postest entre ambos grupos: experimental vs. control.

Para el análisis se ha empleado el paquete de análisis estadístico SPSS 26.0.

### 3. Resultados

En este apartado se realizará el análisis de las diferencias entre los resultados pretest y postest en cada grupo por separado (experimental y control), y entre los resultados postest entre ambos grupos. Se analiza la incidencia de la **variable independiente** del estudio -intervención educativa SPIDAS basada en la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología (GE) e intervención educativa tradicional (GC)- sobre las cuatro **variables dependientes**: actitud global hacia el aprendizaje de estadística; ansiedad hacia la estadística; actitud hacia la estadística con tecnología; y afecto hacia la estadística.

Para una mejor comprensión de los resultados, es necesario conocer las puntuaciones de las variables dependientes. La puntuación de actitud global del cuestionario proviene de la suma de los 16 ítems que lo componen. Cada ítem tiene 4 posibles puntuaciones: 1 (*totalmente en desacuerdo*), 2 (*en desacuerdo*), 3 (*de acuerdo*) o 4 (*totalmente de acuerdo*). Así pues, la puntuación máxima posible de actitud global es de 64 y la puntuación mínima de 16. De la misma manera, la puntuación de cada factor se calcula sumando las valoraciones de todos los ítems que lo componen. Los factores *ansiedad* y *afecto*, por estar formados cada uno por 5 ítems, pueden obtener una puntuación máxima de 20 y una puntuación mínima de 5. En cuanto al factor de aprendizaje de estadística con tecnología, que está formado por 6 ítems, puede presentar una puntuación máxima de 24 y una puntuación mínima de 6.

### 3.1. Análisis de normalidad

Al tratarse de una muestra reducida, primero se requiere realizar una prueba de normalidad para decidir que análisis estadísticos debemos ejecutar, en función de si nuestra muestra sigue una distribución normal o no.

La puntuación de Shapiro-Wilk de la tabla 7 nos muestra que el grupo experimental no sigue una distribución normal. Se ha obtenido un valor p menor al nivel de significancia en todas las variables dependientes, excepto en una.

**Tabla 7.** Pruebas de normalidad (GE)

Variables dependientes	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Actitud_estadística_PRE	,073	110	,200*	,981	110	,117
Actitud_estadística_POST	,084	110	,054	,946	110	,000
Ansiedad_PRE	,152	110	,000	,917	110	,000
Ansiedad_POST	,168	110	,000	,855	110	,000
Estadística_Tecnología_PRE	,113	110	,001	,965	110	,006
Estadística_Tecnología_POST	,148	110	,000	,908	110	,000
Afecto_PRE	,112	110	,002	,967	110	,008
Afecto_POST	,108	110	,003	,973	110	,026

**Fuente:** Elaboración propia.

Respecto al grupo control, la tabla 8 nos indica que tampoco tiene una distribución normal. La puntuación de Shapiro-Wilk señala en varias variables dependientes un valor p menor al nivel de significancia.

**Tabla 8.** Pruebas de normalidad (GC)

Variables dependientes	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Actitud_estadística_PRE	,060	64	,200*	,981	64	,436
Actitud_estadística_POST	,081	64	,200*	,979	64	,356
Ansiedad_PRE	,125	64	,015	,951	64	,013
Ansiedad_POST	,113	64	,040	,965	64	,065
Estadística_Tecnología_PRE	,101	64	,175	,970	64	,115
Estadística_Tecnología_POST	,120	64	,023	,953	64	,016
Afecto_PRE	,172	64	,000	,948	64	,009
Afecto_POST	,117	64	,031	,972	64	,152

**Fuente:** Elaboración propia.

En base a que la muestra no presenta una distribución normal, los análisis estadísticos realizados a continuación, son no paramétricos.

### **3.2. Prueba de Wilcoxon**

Se ha realizado la prueba de Wilcoxon para responder a cada una de las cuatro hipótesis. Este cálculo analiza la diferencia pre-post de la evaluación global del cuestionario y de los resultados por factores, de cada grupo por separado: experimental y control. Para una mejor comprensión del funcionamiento del cuestionario y de su incidencia en el alumnado, se profundiza también en las diferencias pre-post de cada ítem.

En la tabla 9 se recogen los resultados detallados del GE y del GC. Nos señala la presencia (o no) de diferencias significativas entre los resultados pre y post intervención, de cada grupo, experimental y control. Primero, se ha buscado diferencia en relación a la actitud global del alumnado hacia la estadística (*Actitud\_estadística*); después, se ha analizado la diferencia entre el pre y el post intervención, de cada uno de los 3 factores (*Factor\_Ansiedad*, *Factor\_Tecnología*, *Factor\_Afecto*) y finalmente, se ha examinado la diferencia pre-post en cada uno de los 16 ítems que forman el cuestionario de actitudes.

**Tabla 9.** Wilcoxon: comparación entre medidas pre-post de GE y pre-post de GC

Variables dependientes	GE		GC	
	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto
<b>ActitudGlobal_estadística</b>	<b>,000*</b>	r= .42	,748	r= .04
<b>Factor_Ansiedad</b>	<b>,000*</b>	r= .40	,777	r= .03
Ítem 5. <i>Cuando trato de resolver un problema estadístico me siento muy nervioso.</i>	<b>,001*</b>	r= .31	,289	r= .13
Ítem 7. <i>Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado.</i>	<b>,000*</b>	r= .34	,631	r= .06
Ítem 10. <i>La estadística me asusta.</i>	<b>,002*</b>	r= .30	,809	r= .03
Ítem 11. <i>La estadística me provoca ansiedad.</i>	,069	r= .17	,661	r= .05
Ítem 12. <i>Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles.</i>	<b>,006*</b>	r= .26	,950	r= .01
<b>Factor_Tecnología</b>	<b>,000*</b>	r= .37	,122	r= .19
Ítem 2. <i>La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil.</i>	,162	r= .13	,946	r= .01
Ítem 4. <i>Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos (Excel, CODAP...).</i>	,206	r= .12	,394	r= .11
Ítem 6. <i>Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP...).</i>	<b>,000*</b>	r= .61	<b>,031*</b>	r= .27
Ítem 9. <i>La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística (Excel, CODAP...).</i>	,097	r= .15	,228	r= .15
Ítem 13. <i>Soy competente con el uso del ordenador.</i>	,206	r= .12	,234	r= .15
Ítem 16. <i>El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística.</i>	,976	r= .0	,50	r= -.24
<b>Factor_Afecto</b>	,299	r= .1	,571	r= -.07
Ítem 1. <i>Disfruto aprendiendo estadística.</i>	,081	r= .17	,104	r= -.20
Ítem 3. <i>Me resulta útil e interesante estudiar estadística.</i>	<b>,007*</b>	r= .26	<b>,047*</b>	r= -.25
Ítem 8. <i>Aprender estadística es fácil.</i>	<b>,002*</b>	r= .29	,724	r= -.04
Ítem 14. <i>Puedo aprender estadística fácilmente.</i>	<b>,001*</b>	r= .30	,719	r= .04
Ítem 15. <i>Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase.</i>	<b>,018*</b>	r= .22	,652	r= -.05

Nota: \* $p < 0.05$

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Prueba U de Mann-Whitney

El análisis estadístico U de Mann-Whitney se ha ejecutado para dar respuesta a las cuatro hipótesis. Se comprueba a través de esta prueba si existen diferencias significativas entre las actitudes del alumnado del GE y las del alumnado del GC. Se analiza la evaluación global del cuestionario y los resultados por factores y por ítems.



En la tabla 10 observamos las diferencias que se dan entre el GE y el GC, concretamente, en qué variables dependientes existe diferencia significativa entre ambos grupos. De cada una de las variables dependientes distinguimos dos resultados: pre y post. Se trata de las diferencias que hay entre el GE y el GC en el momento pre-intervención, y de las diferencias entre ambos grupos post-intervención. Primero, encontramos los resultados de la diferencia entre la actitud global del alumnado hacia la estadística del GE y del GC (*Actitud\_estadística\_PRE*, *Actitud\_estadística\_POST*); después, se ha analizado la diferencia pre-post intervención entre el GE y el GC, de cada uno de los 3 factores (*Factor\_Ansiedad\_PRE*, *Factor\_Ansiedad\_POST*, *Factor\_Tecnología\_PRE*, *Factor\_Tecnología\_POST*, *Factor\_Afecto\_PRE*, *Factor\_Afecto\_POST*) y finalmente, se ha examinado la diferencia pre-post entre el GE y el GC en cada uno de los 16 ítems del cuestionario de actitudes.

**Tabla 10.** Comparación de las medidas pre y post entre GE y GC

Variables Dependientes	PRE				POST			
	Mann-Whitney U	Z	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto	Mann-Whitney U	Z	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto
<b>ActitudGlobal_estadística</b>	2691,500	-2,588	,010*	r= -.20	2112,500	-4,397	,000*	r= -.33
<b>Factor_Ansiedad</b>	2929,000	-1,853	,064	r= -.14	2079,000	-4,530	,000*	r= -.34
Ítem 5	3514,000	-,020	,984	r= -.00	3132,500	-1,287	,198	r= -.09
Ítem 7	3030,000	-1,603	,109	r= -.12	2227,000	-4,302	,000*	r= -.33
Ítem 10	3141,000	-1,286	,198	r= -.09	2408,000	-3,930	,000*	r= -.29
Ítem 11	3142,000	-1,354	,176	r= -.10	2857,000	-2,484	,013*	r= -.19
Ítem 12	2528,500	-3,264	,001*	r= -.25	2087,500	-4,806	,000*	r= -.36
<b>Factor_Tecnología</b>	3239,000	-,880	,379	r= -.07	2890,500	-1,974	,048*	r= -.15
Ítem 2	3387,000	-,452	,651	r= -.03	3189,500	-1,153	,249	r= -.09
Ítem 4	3063,000	-1,503	,133	r= -.11	3020,000	-1,662	,096	r= -.13
Ítem 6	3988,500	1,520	,129	r= .12	2762,000	-2,571	,010*	r= -.34
Ítem 9	3154,000	-1,222	,222	r= -.09	3033,500	-1,647	,100	r= -.12
Ítem 13	3500,000	-,066	,947	r= .00	3637,000	,392	,695	r= .03
Ítem 16	2860,000	-2,226	,026*	r= -.17	3251,000	-,927	,354	r= -.07
<b>Factor_Afecto</b>	2453,500	-3,355	,001*	r= -.25	2064,000	-4,569	,000*	r= -.35
Ítem 1	2737,000	-2,638	,008*	r= -.20	2571,500	-3,159	,002*	r= -.24
Ítem 3	2510,000	-3,371	,000*	r= -.25	2450,500	-3,566	,000*	r= -.27
Ítem 8	2410,000	-3,740	,000*	r= -.28	1877,500	-5,465	,000*	r= -.41
Ítem 14	2783,000	-2,496	,013*	r= -.19	2260,000	-4,231	,000*	r= -.32
Ítem 15	3448,000	-,243	,808	r= -.02	3118,000	-1,344	,179	r= -.10

**Fuente:** Elaboración propia.

En los subapartados que hay a continuación, se presentan y se analizan los resultados en función de las hipótesis planteadas, que recordamos:

**HIPÓTESIS 1.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud global hacia la estadística. Este incremento será superior al de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

**HIPÓTESIS 2.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS disminuirá su ansiedad hacia la estadística, a diferencia de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

**HIPÓTESIS 3.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

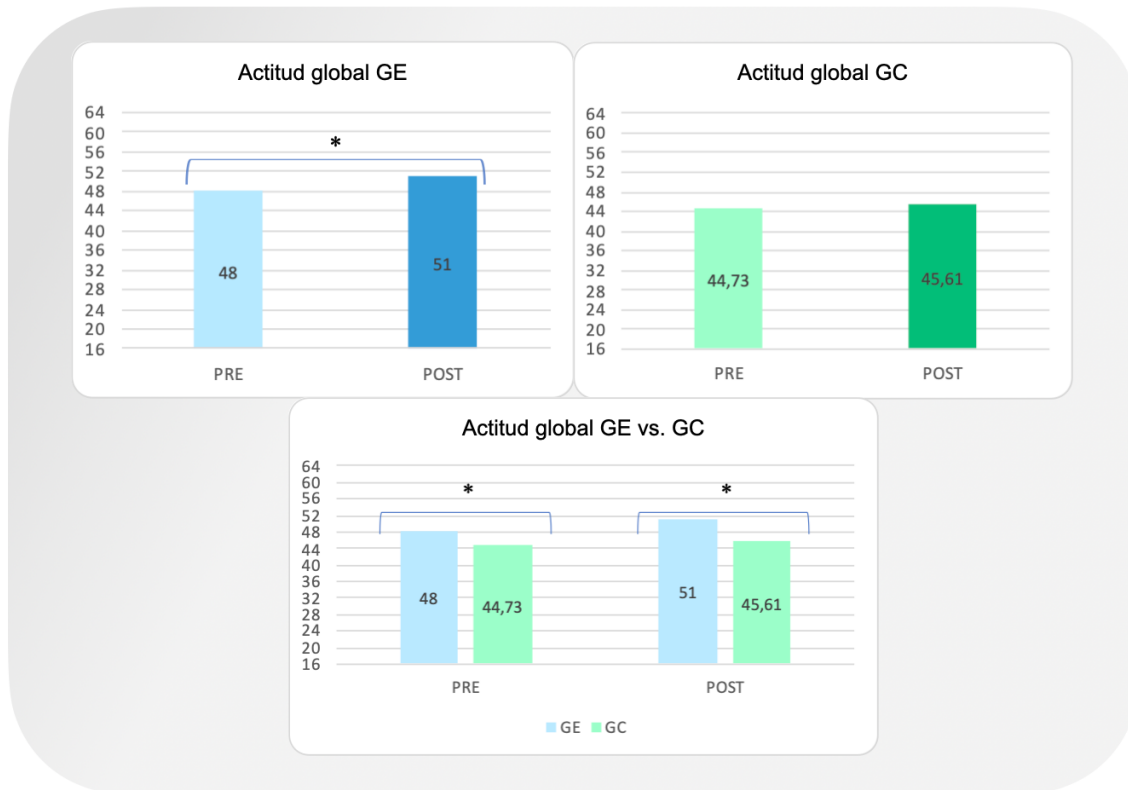
**HIPÓTESIS 4.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS aumentará su afecto hacia la estadística, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

### ***3.4. Estudio del impacto de la intervención educativa en la actitud global del alumnado hacia la estadística (hipótesis 1)***

Para dar respuesta a la primera hipótesis, se presentan los resultados obtenidos en la puntuación global del cuestionario. Se muestran, primero, los resultados obtenidos por el GE en el pretest y posttest, seguido los resultados del GC y finalmente, se comparan los resultados obtenidos entre el GE y el GC y en los dos momentos de evaluación.

**HIPÓTESIS 1.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud global hacia la estadística. Este incremento será superior al de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

**Figura 11.** Actitud global pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=64; puntuación mínima=16)



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 11 se muestran los resultados obtenidos por los dos grupos de estudiantes en la puntuación global del cuestionario sobre actitudes hacia la estadística. En el GE se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las medidas pre-post de la actitud general hacia la estadística. En cambio, las diferencias entre las puntuaciones pre y postest en el GC no son estadísticamente significativas.

Al comparar las puntuaciones obtenidas en ambos grupos, se observan diferencias estadísticamente significativas, tanto en la medida pre como en la medida post. El grupo experimental presenta una mejor puntuación general del cuestionario tanto antes como después de la intervención.

Aunque antes de la intervención la actitud general del alumnado del GE ya era superior a la del GC, la mejora post-intervención ha sido más alta y estadísticamente significativa en el GE y no en el GC, en el que apenas se percibe mejora. Este resultado permite concluir que la intervención educativa SPIDAS ha tenido un impacto positivo en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología.

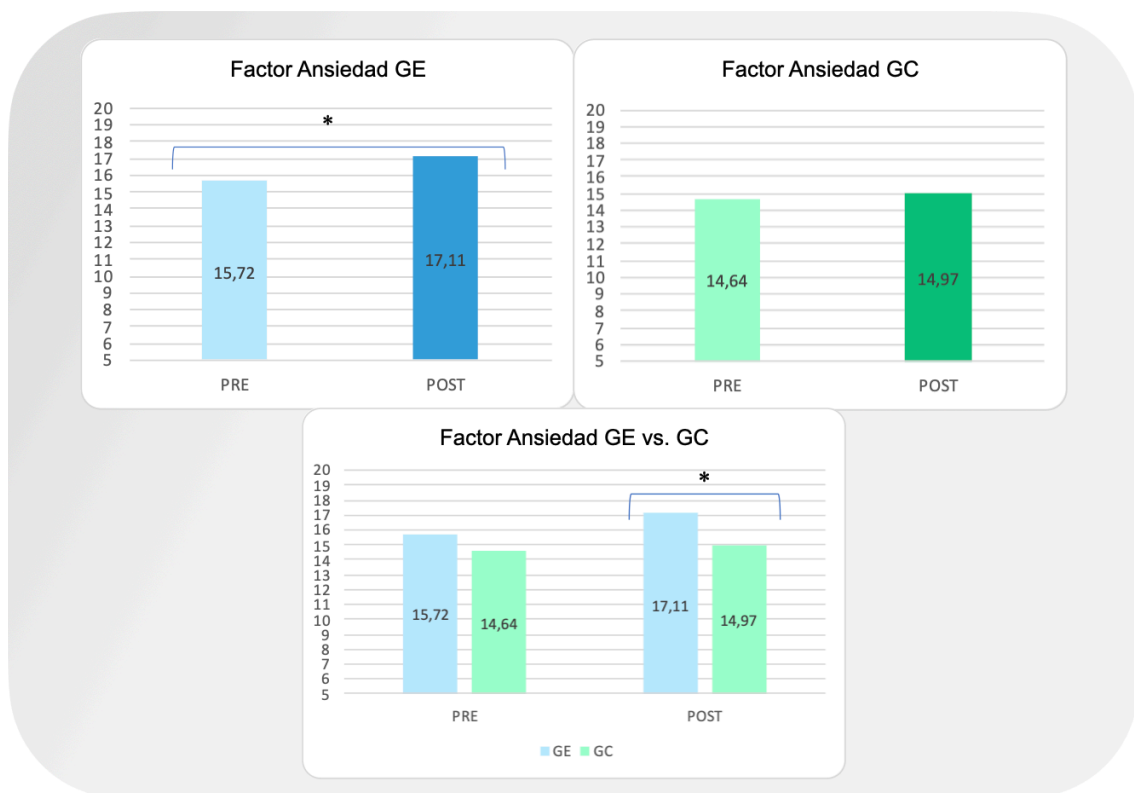
### 3.5. Estudio del impacto de la intervención educativa en la ansiedad del alumnado hacia la estadística (hipótesis 2)

Para dar respuesta a la segunda hipótesis, se presentan los resultados obtenidos en la puntuación total de los 5 ítems que forman el factor *ansiedad* del cuestionario. Se muestran, primero, los resultados obtenidos por el GE en el pretest y postest, seguido los resultados del GC y finalmente, se comparan los resultados obtenidos entre el GE y el GC y en los dos momentos de evaluación, pre y post.

A continuación de esta visión global del factor ansiedad, siguiendo el mismo orden de presentación, también se muestran los resultados de cada uno de los ítems que constituyen este factor.

**HIPÓTESIS 2.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS disminuirá su ansiedad hacia la estadística, a diferencia de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

**Figura 12.** Ansiedad pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=20; puntuación mínima=5)

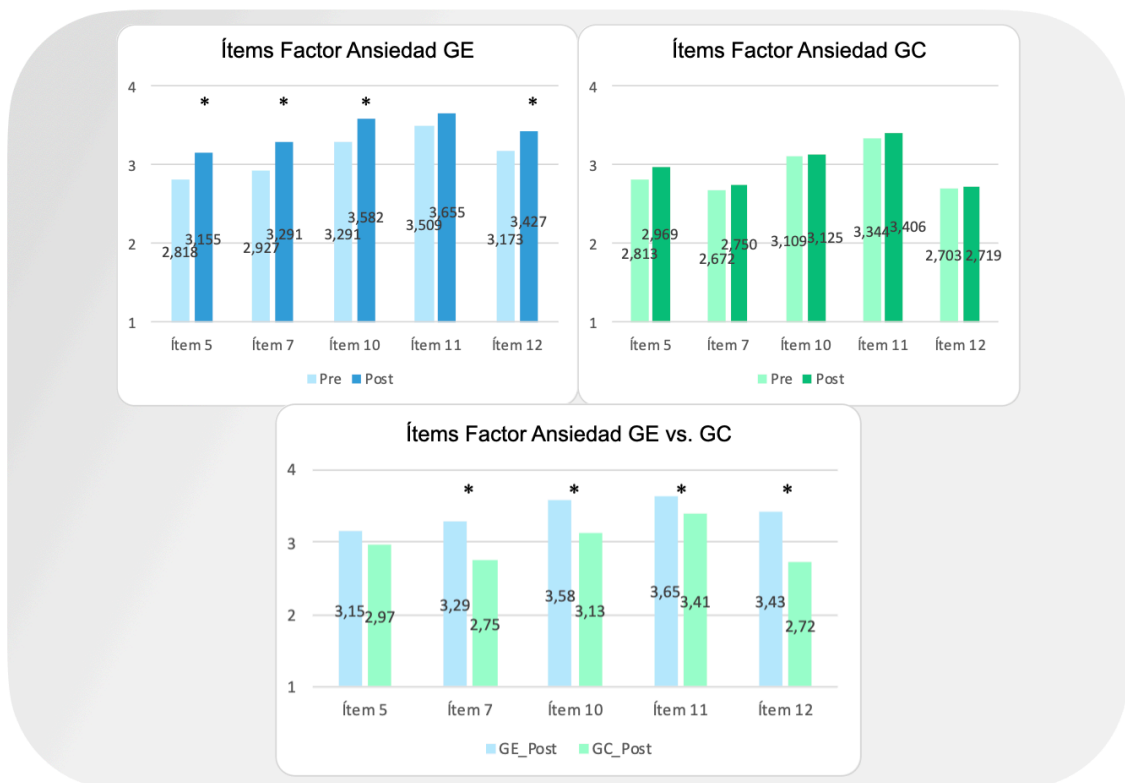


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se puede apreciar que el GE ha disminuido de forma significativa los niveles de ansiedad hacia el aprendizaje de la estadística a diferencia del GC, que apenas se observa disminución en esta variable.

Al comparar las puntuaciones obtenidos en ambos grupos, también es significativa la diferencia de la medida post, siendo más alta la puntuación del GE en comparación con el GC.

**Figura 13.** Ítems ansiedad pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=4; puntuación mínima=1)



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 13 se presentan las puntuaciones obtenidas por los dos grupos de estudiantes en los cinco ítems del cuestionario que evalúan la dimensión de ansiedad. A diferencia del GC, el GE mejora en los cinco ítems de esta dimensión y en cuatro de ellos esta mejora es estadísticamente significativa. Los ítems del cuestionario en los que el GE presenta una mejora estadísticamente significativa después de participar en la intervención educativa, se refieren a reacciones emocionales que se pueden experimentar debido a la ansiedad: sentir nervios (ítem 5), sentirse estresado (ítem 7), asustarse (ítem 10) y tener miedo (ítem 12). El alumnado del GE valora que después de la intervención perciben mucho menos estas reacciones, que son concretas y fáciles de

detectar. El ítem 11, que se refiere de forma genérica al concepto de ansiedad, aunque también tiene una tendencia positiva, esta no es estadísticamente significativa.

En cambio, en el GC todos los ítems del factor ansiedad muestran una puntuación prácticamente igual entre las medidas pre y post. No hay una tendencia de mejora.

### ***3.6. Estudio del impacto de la intervención educativa en la percepción del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología (hipótesis 3)***

Para dar respuesta a la tercera hipótesis, se presentan los resultados obtenidos en la puntuación total de los ítems que forman el factor *aprendizaje de estadística con tecnología* del cuestionario. Se muestran, primero, los resultados obtenidos por el GE en el pretest y postest, seguido los resultados del GC y finalmente, se comparan los resultados obtenidos entre el GE y el GC y en los dos momentos de evaluación, pre y post.

A continuación de esta visión global del factor aprendizaje de estadística con tecnología, siguiendo el mismo orden de presentación, también se muestran los resultados de cada uno de los 6 ítems que constituyen este factor.

***HIPÓTESIS 3.*** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

**Figura 14.** Tecnología pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=24; puntuación mínima=6)



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 14 se observan los resultados obtenidos en ambos grupos de estudiantes en la puntuación total del factor de aprendizaje de estadística con tecnología. Se distingue que el GE ha mejorado de forma estadísticamente significativa la actitud hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología después de la intervención SPIDAS, a diferencia del GC en el que apenas se aprecia mejora en este factor.

Al comparar los resultados post-intervención entre ambos grupos, también es estadísticamente significativa la diferencia, siendo superior la puntuación del GE en comparación con el GC. Así pues, la tecnología usada en la intervención SPIDAS ha influido positivamente en la actitud del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística.

**Figura 15.** Ítems tecnología pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=4; puntuación mínima=1)



**Fuente:** Elaboración propia.

La figura 15 presenta las puntuaciones obtenidas por los dos grupos en los diferentes ítems que forman el factor “aprendizaje de estadística con tecnología”. Los datos muestran que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medidas pre y post del ítem 6 (*Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente -Excel, CODAP...-*), en ambos grupos. Al observar el gráfico inferior, que enseña las diferencias entre los grupos experimental y control, vemos que el único ítem con diferencia significativa es el ítem 6, siendo el GE el de mayor puntuación. Aunque en ambos grupos se detecte esta mejora significativa del ítem 6, en el GE es notablemente superior.

Los ítems 2, 4, 6, 9 y 16 van en la misma dirección, apuntando una mejor puntuación post del grupo experimental y también una leve mejora en el grupo control. La comparación entre los dos grupos muestra que las puntuaciones son más altas en el GE después de la intervención. El único ítem que tiene una puntuación sutilmente más alto en el GC que en el GE, es el ítem 13 (*Soy competente con el uso del ordenador*). Este ítem expresa que el alumnado ha mejorado sus habilidades para utilizar el ordenador, aspecto que se podría relacionar con ambos tipos de intervención, ya que no hace referencia explícita a ninguna característica concreta de la intervención SPIDAS ni a ningún software de estadística concreto.



### 3.7. Estudio del impacto de la intervención educativa en el afecto del alumnado hacia la estadística (hipótesis 4)

Para dar respuesta a la cuarta hipótesis, se presentan los resultados obtenidos en la puntuación total de los 5 ítems que forman el factor *afecto* del cuestionario. Se muestran, primero, los resultados obtenidos por el GE en el pretest y postest, seguido los resultados del GC y finalmente, se comparan los resultados obtenidos entre el GE y el GC y en los dos momentos de evaluación, pre y post.

A continuación de esta visión global del factor afecto, siguiendo el mismo orden de presentación, también se muestran los resultados de cada uno de los 5 ítems que constituyen este factor.

**HIPÓTESIS 4.** El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS aumentará su afecto hacia la estadística, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.

**Figura 16.** Afecto pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=20; puntuación mínima=5)

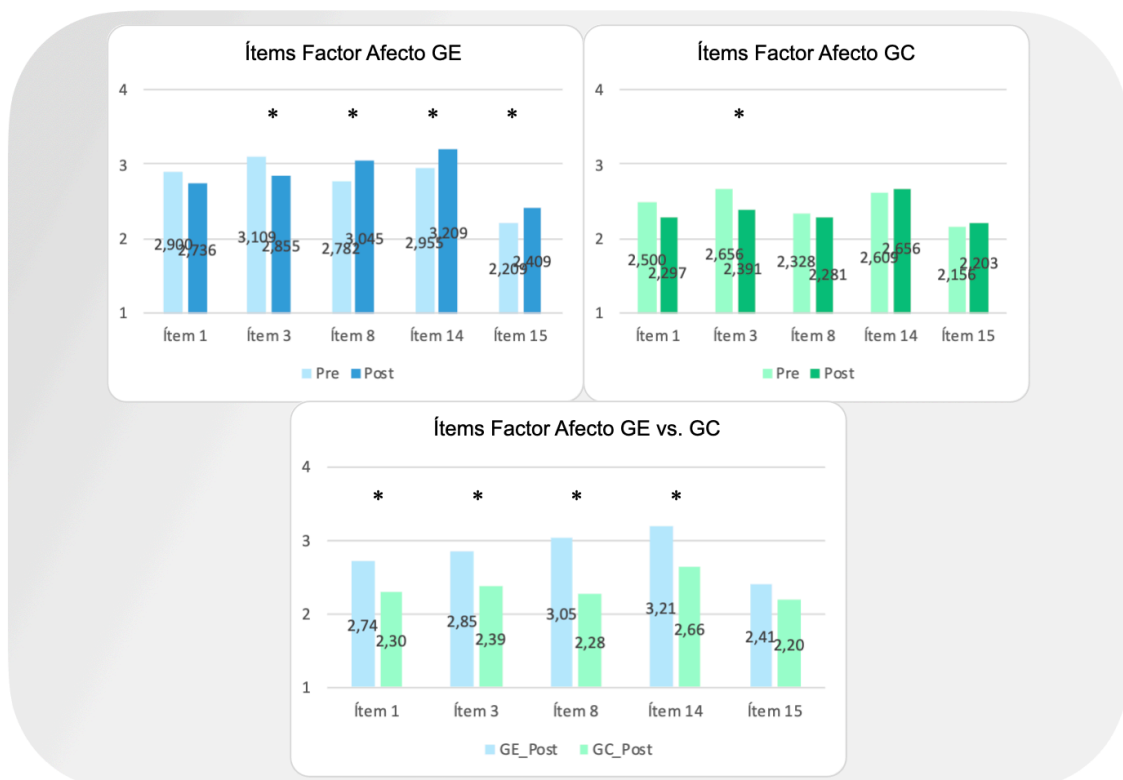


Fuente: Elaboración propia.

La figura 16 presenta los resultados obtenidos por ambos grupos en esta variable. Los datos no muestran diferencias estadísticamente significativas entre las medidas pre y post de ninguno de los dos grupos. No obstante, en el GE se observa una tendencia a la mejora de esta variable después de la intervención. El valor postest es superior al pretest en este grupo. En cambio, en el GC la puntuación post desciende, por lo tanto, el impacto de la intervención tradicional recibida ha tenido un impacto negativo en la percepción del alumnado sobre sus capacidades para aprender y resolver problemas sobre contenidos estadísticos.

La comparación entre los dos grupos ha arrojado diferencias estadísticamente significativas entre el GE y el GC, en las medidas pre y post. Además, el GE presenta una puntuación más alta en la medida post y en cambio, el GC ha disminuido su puntuación post. Este hecho incrementa las diferencias entre los dos grupos en esta variable. Estos datos permiten concluir que el impacto de la intervención SPIDAS también ha tenido un impacto positivo en la variable afecto hacia el aprendizaje de la estadística.

**Figura 17.** Ítems afecto pre-post de GE y GC y GE vs. GC (puntuación máxima=4; puntuación mínima=1)



**Fuente:** Elaboración propia.

La figura 17 presenta el análisis de los datos de los diferentes ítems en la variable afecto hacia la estadística. Este análisis muestra que el GE incrementa de forma

significativa en el postest en los ítems 8 (aprender estadística es fácil), 14 (puedo aprender estadística fácilmente) y 15 (comprendo la estadística mejor que mis compañeros). Por consiguiente, estos datos permiten concluir que, después de la intervención SPIDAS, el alumnado comprende mejor la estadística y percibe su aprendizaje como más fácil. Estos datos permiten defender la hipótesis que las estrategias de resolución de problemas en estadística que se han proporcionado durante la intervención han ayudado a mejorar la percepción de las capacidades de aprendizaje del alumnado.

Adicionalmente, cabe mencionar que la intervención educativa no ha conseguido mejorar la percepción del alumnado de que aprender estadística puede ser divertido (ítem 1) y útil (ítem 3), ya que en estos dos ítems la puntuación en la medida post-intervención es más baja que la medida pre-test.

Cabe destacar que el análisis de los datos de la variable afecto en el GC arroja resultados negativos. El GC, después de la intervención de metodología más tradicional, no ha mejorado su percepción sobre el aprendizaje de la estadística en ninguno de los cinco ítems de esta variable. Estos datos permiten afirmar que la intervención educativa seguida por el GC no ha ayudado a mejorar las estrategias de resolución de problemas de estadística y, por lo tanto, no ha ayudado a mejorar la percepción de las capacidades del alumnado para aprender y resolver problemas de estadística.

La comparación de los datos de los dos grupos de estudiantes en la situación post-test muestra que los resultados del GE son estadísticamente mejores que los obtenidos por el GC en los ítems que se refieren a una mejor percepción de las capacidades para resolver problemas de estadística (ítems 8 y 14) y también el GE obtiene mejores resultados en el ítem 15 que hace referencia a una mejor percepción de sus capacidades para comprender los contenidos de estadística.

Aunque el alumnado de ambos grupos no percibe el aprendizaje de la estadística como divertido y útil, el GE obtiene mejores resultados que el GC en estos dos ítems. Diversos autores apoyan este resultado, que señalan que al alumnado les cuesta entender la aplicabilidad de la estadística a la vida real (Albelbisi & Yusop, 2018; Silva & Sousa, 2020; Williams, 2015). A pesar de este resultado, la clara tendencia a una mejora en la percepción del alumnado del GE sobre la utilidad del aprendizaje de contenidos de estadística para la vida cotidiana señala que la intervención educativa SPIDAS ha tenido un impacto positivo, aunque no suficiente, en esta dimensión. Por ello, sería conveniente incrementar y extender el uso de metodologías basadas en la resolución de problemas reales y cercanos a la cotidianidad del alumnado en las aulas de matemáticas. Sin duda, este incremento ayudaría a mejorar la percepción del alumnado sobre la utilidad de los aprendizajes realizados (Chong *et al.*, 2019).

## 4. Discusión

A partir de los datos obtenidos, podemos vincular los resultados a la literatura afín a este segundo estudio, para dar respuesta a las cuatro hipótesis planteadas.

**HIPÓTESIS 1.** *El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud global hacia la estadística. Este incremento será superior al de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.*

La primera hipótesis de este estudio analiza, en primer lugar, el impacto de la intervención educativa SPIDAS en la mejora de las actitudes del alumnado hacia la estadística. En segundo lugar, compara las diferencias en las actitudes del alumnado cuando han seguido una intervención educativa de matiz más tradicional.

Los resultados obtenidos en este estudio permiten afirmar que la intervención educativa SPIDAS seguida por el grupo experimental ha mejorado de forma significativa las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios que demuestran la influencia positiva de una enseñanza basada en la metodología PBL, del uso de tecnología y de un aprendizaje colaborativo en el aprendizaje de la estadística y en las actitudes (Batanero & Díaz, 2011; Fredriksen, 2021; Gonzalez & Trelles, 2019; Haatainen & Aksela, 2021; Lyons *et al.*, 2021; Woodard *et al.*, 2020).

Además, cabe reseñar el impacto positivo que haya podido tener la promoción y mejora de los procesos de aprendizaje colaborativo. Por ejemplo, Pai *et al.* (2015) defienden la incidencia positiva para el aprendizaje de estrategias relacionadas con una mejor organización y gestión del grupo de trabajo. Estas estrategias han sido incluidas en la intervención SPIDAS y se ha enseñado al alumnado a: asumir diferentes roles, trazar un plan de trabajo, gestionar el tiempo de las actividades, repartir responsabilidades y evaluar su propio trabajo. La literatura educativa señala que la mejora de las estrategias de organización y gestión del trabajo en grupo tienen un impacto positivo en un mejor funcionamiento de los grupos pequeños de trabajo y en la creación de una sinergia positiva entre los miembros del grupo, que a su vez tiene un impacto positivo en las actitudes de todo el alumnado hacia el aprendizaje (Chang & Brickman, 2018).

En cambio, la intervención educativa que ha seguido el grupo control no ha tenido un impacto positivo en las actitudes del alumnado. Investigaciones anteriores señalan que una de las limitaciones de la enseñanza tradicional es que no contextualiza los conceptos estadísticos con situaciones de la vida real y, por lo tanto, los estudiantes no pueden establecer vínculos significativos con los problemas de la vida cotidiana. Este

hecho tiene un impacto negativo en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la estadística (Bateiha *et al.*, 2020; Hwa, 2018; Özdemir *et al.*, 2015). Los alumnos del GC aprendieron conceptos de estadística centrándose en procedimientos matemáticos y cálculos de conjuntos de datos que no tenían ninguna relación con su entorno real. Esto dificulta que los estudiantes construyan aprendizajes significativos y sientan que los conceptos estadísticos pueden serles útiles fuera del ámbito académico y para resolver problemas cotidianos (Lalayants, 2012). La aplicación práctica del contenido es el momento más relevante del proceso de aprendizaje y se realiza en clase, con la guía del profesor y de forma colaborativa con los otros miembros del grupo (Andrade & Chacón, 2018; Torrecilla, 2018). Tal como están pensadas las clases tradicionales, que ha seguido el GC, no siguen estas directrices. En clase, el profesor explica el contenido teórico y en casa, de forma individual, el alumnado pone en práctica las fórmulas y análisis aprendidos en clase.

**HIPÓTESIS 2.** *El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS disminuirá su ansiedad hacia la estadística, a diferencia de sus compañeros que siguen una intervención tradicional.*

La segunda hipótesis del estudio investiga la influencia de la intervención educativa SPIDAS en la disminución de la ansiedad (factor 1 del cuestionario de actitudes presentado en el [Capítulo IV](#)) del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística.

Los resultados de este estudio muestran que el GE ha disminuido de forma significativa los niveles de ansiedad hacia el aprendizaje de la estadística. Además, los datos arrojan diferencias estadísticamente significativas entre el GE y el GC en la medida post-test. La intervención educativa seguida por el GE ha tenido un mayor impacto que la seguida por el GC en la reducción de la ansiedad del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística.

Los resultados de nuestro estudio son consistentes con los señalados por diversos autores y que defienden una intensa relación entre ansiedad matemática, motivación y logro matemático (Abín *et al.*, 2020; Henschel & Roick, 2017; Passolunghi *et al.*, 2016). Como ya se mencionó en la revisión de la literatura científica reflejada en el marco teórico, una metodología innovadora como es el PBL, el uso de tecnología y un trabajo colaborativo favorecen el aumento de la motivación del alumnado hacia el aprendizaje (Gonzalez & Trelles, 2019; Haatainen & Aksela, 2021; Moreno-Guerrero *et al.*, 2020). Por ello, los datos de nuestro estudio permiten afirmar que las variables educativas incluidas en el diseño de la intervención educativa SPIDAS ha podido tener un impacto positivo en la motivación del alumnado para aprender estadística y en la reducción de la ansiedad en el aprendizaje de los contenidos de estadística.

En relación al factor “ansiedad”, se ha obtenido una diferencia significativa en todos los ítems del GE, excepto en el 11 (*La estadística me provoca ansiedad*). Aunque no hay diferencia significativa en este ítem, la puntuación post es ligeramente superior a la medida pre; es decir, la ansiedad disminuye un poco. En el GC prácticamente no disminuye la ansiedad del alumnado y al comparar los dos grupos, se observa un nivel de ansiedad más bajo estadísticamente significativo en el GE respecto al GC. Por lo tanto, los estudiantes del GE han disminuido notablemente su ansiedad hacia la estadística, hecho que les hace sentir menos estrés y miedo en las clases de esta asignatura.

Concerniente al ítem 11 (*La estadística me provoca ansiedad*), hay autores que defienden que la ansiedad que puede experimentar el alumnado ante el contenido de estadística, no es totalmente negativa; en algunos casos, un nivel bajo de ansiedad puede motivar al alumnado a no rendirse y seguir trabajando para comprender el contenido (Çiftçi, 2015). En este sentido, consideramos que no sería realista esperar que la ansiedad hacia la estadística desapareciera en su totalidad después de la intervención SPIDAS. Es normal que haya alumnado que experimente cierto nivel de ansiedad ante el desconocimiento del temario de estadística y es probable que llegue a ser hasta productiva.

**HIPÓTESIS 3.** *El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS mejorará su actitud hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.*

La tercera hipótesis de esta investigación explora si el alumnado del GE mejora su actitud hacia el aprendizaje de estadística con tecnología (factor 2 del cuestionario de actitudes presentado en el [Capítulo IV](#)), al finalizar la intervención educativa SPIDAS.

Los resultados del estudio señalan una mejora estadísticamente significativa del GE en cuanto a su actitud hacia el aprendizaje de estadística con tecnología. En este caso, también se detecta una diferencia estadísticamente significativa a favor del GE respecto al GC, al finalizar la intervención educativa. Analizando los ítems de este factor, se observa una tendencia positiva en el GE y una mejora prácticamente imperceptible en el GC.

Estos resultados se ajustan a los encontrados por diversos autores, como es el caso de Kazak *et al.* (2014), que presentan el uso del software TinkerPlots como tecnología facilitadora para la comprensión de conceptos estadísticos. Otros autores defienden que las nuevas tecnologías fomentan la colaboración y facilitan la realización de actividades centradas en el alumno, combinación que mejora las actitudes de los

estudiantes hacia el aprendizaje de la estadística (Attard & Holmes, 2020; Bray & Tangney, 2017).

El ítem 6 *“Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP...)”* indica una diferencia estadísticamente significativa entre el pre y el post, y nos sugiere que el uso de CODAP a lo largo de la intervención SPIDAS realmente ha ayudado y enseñado al alumnado a crear gráficos. Aunque en el GC también detectemos esta mejora en el ítem 6, al comparar los resultados entre ambos grupos, el GE ha obtenido una mejora significativamente más alta. Podemos afirmar que el alumnado del GE comprende mejor la estadística a través del uso de la tecnología, se sienten más hábiles a la hora de crear gráficos, y perciben la asignatura igual de interesante que antes de la intervención. A diferencia del GC, el GE ha trabajado el contenido de estadística con una tecnología que ayuda a aprender estadística, llamada CODAP. Este tipo de herramienta facilita el aprendizaje, y eso conlleva un impacto positivo notorio en las actitudes del alumnado (Woodard *et al.*, 2020). En la misma línea que Kazak *et al.* (2014), que han indicado una mejoría en la comprensión de la estadística de alumnado de 11 años, a través del uso de tecnología que facilita el aprendizaje y trabajo colaborativo, nuestra intervención también ha empleado el mismo tipo de tecnología y trabajo colaborativo en pequeños grupos.

El ítem que tiene la misma puntuación pre y post en el GE, es el ítem 16 *“El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística”*, que apoya los resultados del factor *“afecto”*, que nos revela que los estudiantes no han conseguido aumentar considerablemente su interés hacia la asignatura. Probablemente, al no tener una experiencia previa de aprendizaje de la estadística sin tecnología, por ser la primera vez que han trabajado contenido de estadística, no han podido apreciar esta diferencia y la ayuda brindada por la tecnología. El alumnado ha podido percibir la asignatura como difícil y, por lo tanto, no demasiado atractiva ni interesante (Koparan & Güven, 2014).

**HIPÓTESIS 4.** *El alumnado que siga la intervención educativa SPIDAS aumentará su afecto hacia la estadística, más que sus compañeros que siguen una intervención tradicional.*

La cuarta hipótesis de esta investigación indaga sobre si después de la participación en la intervención educativa SPIDAS, el alumnado del GE mejora su afecto (factor 3 del cuestionario de actitudes presentado en el [Capítulo IV](#)) hacia el aprendizaje de la estadística.

En relación al afecto del alumnado también encontramos resultados positivos. Después de la intervención SPIDAS, el alumnado del GE percibe la estadística como una asignatura más fácil y que comprenden mejor (*ítem 8, ítem 14, ítem 15*). En contraposición, el GC obtiene una puntuación post inferior a la medida pre. Mientras el

GE muestra una clara tendencia positiva de mejora de su afecto hacia el aprendizaje de la estadística, en el GC decae su afecto. Al comparar la puntuación post de los ítems del factor afecto entre el GE y el GC, detectamos una mejora superior y estadísticamente significativa en el GE.

Estos resultados coinciden con los encontrados en estudios previos que señalan los beneficios de implementar una metodología de aprendizaje colaborativo y centrado en el alumno (Bateiha *et al.*, 2020; Markulin *et al.*, 2021) y realizar actividades contextualizadas en problemas reales (Chong *et al.*, 2019), en el afecto del alumnado. Son características incluidas en la intervención SPIDAS y, por lo tanto, han ayudado a mejorar los juicios de valor y la motivación de los y las estudiantes del GE del presente estudio. Gonzalez y Trelles (2019) destacan el uso del software TinkerPlots para el incremento de motivación de alumnado de educación secundaria hacia el aprendizaje de estadística. TinkerPlots es un software equivalente a CODAP, que es el que se ha empleado en el presente estudio (Woodard *et al.*, 2020).

Por otro lado, se ha detectado en ambos grupos -experimental y control- cierta falta de interés del alumnado hacia la estadística (ítem 3) y que no llegan a disfrutar con su aprendizaje (ítem 1). Aun así, es destacable la mejora del GE en comparación con el GC, con diferencias estadísticamente significativas. Este hallazgo también está en consonancia con estudios previos que han señalado que el alumnado tiende a pensar que la estadística es difícil e irrelevante para sus vidas, porque les cuesta entender la utilidad que tiene en el día a día (Koparan & Güven, 2014). Así pues, es probable que la mayoría de participantes en el presente estudio no presenten un gran interés hacia la estadística y tampoco hayan disfrutado mucho con su aprendizaje debido a que la siguen encontrando difícil. La diferencia hallada entre el GE y el GC arroja luz sobre las investigaciones que señalan, por un lado, la pérdida de interés del alumnado hacia la estadística cuando siguen una enseñanza tradicional y, por otro lado, la necesidad de investigar más sobre metodologías innovadoras e interesantes en el aprendizaje de estadística para resolver este problema (Siswono *et al.*, 2018). Nuestros resultados también van en la misma línea que indican otros autores de que el PBL es una de esas metodologías innovadoras que reúne las características necesarias para mejorar las actitudes y aumentar el interés y la motivación del alumnado hacia la estadística, de las que destacan el rol activo de los discentes en investigar cuestiones de la vida real (Koparan & Güven, 2014; Siswono *et al.*, 2018). La intervención implementada con el GE ha concedido al alumnado un rol activo para investigar un problema que era de su interés y relacionado con una problemática cotidiana, con uso de tecnología. Según Siswono *et al.* (2018), es mayor la mejora del aprendizaje de estadística si se combina el PBL con tecnología.



Otra posible explicación de que el afecto del alumnado del GE no haya mejorado de forma significativa, es que el PBL conlleva un procedimiento de trabajo más complicado y también requiere más tiempo que la enseñanza tradicional para aprender el contenido (Koparan & Güven, 2014). Siendo la primera vez que el alumnado aprende siguiendo esta metodología, necesitan más tiempo para habituarse a esta nueva manera de trabajar.

A modo de conclusión, el factor más destacable y significativo es el referido a la “ansiedad”, que nos indica una buena evolución del alumnado del GE. La ansiedad de estos estudiantes hacia la estadística, en general, ha disminuido. Los resultados son realmente positivos, ya que nos indican que el alumnado del GE considera la tecnología como una herramienta facilitadora del aprendizaje de la estadística, valoran la asignatura como fácil y, por lo tanto, ha ayudado a disminuir su miedo y ansiedad. Se remarca simplemente que no ha aumentado de forma notoria su interés hacia la estadística y que no aprecian la utilidad de la materia.

## **5. Conclusiones y limitaciones**

El presente estudio fue diseñado para determinar si una intervención basada en la resolución de un proyecto estadístico, con trabajo colaborativo y uso de tecnología, mejoraría las actitudes del alumnado hacia esta asignatura. Consideramos que el contenido estadístico ofrece herramientas útiles para la vida real, por eso es relevante que los estudiantes se conciencien de su aplicabilidad en el día a día. Reforzamos este punto de vista con Batanero y Díaz (2011), para quien es de crucial importancia que el alumnado aprenda a leer e interpretar tablas y gráficos estadísticos, ya que a menudo aparecen en los diversos medios informativos de nuestro día a día. Además, con frecuencia también aparecen gráficos u otros conceptos estadísticos en los demás temas curriculares y no solamente en la asignatura de matemáticas. Estos autores también 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).

En base a los positivos resultados obtenidos, promovemos el uso de la metodología PBL 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). También recomendamos encarecidamente el uso de CODAP, porque al favorecer el análisis visual de datos y tener una interfaz fácil e intuitiva propiciaron disminuir la carga cognitiva de los estudiantes (Frischemeier *et al.*, 2021).

### *Limitaciones*

La edad de la muestra es un factor importante, ya que ha sido el primer contacto que han tenido con la asignatura de estadística. En la intervención presente, el alumnado ha experimentado múltiples novedades: el contenido, la metodología de trabajo, el software de análisis de datos CODAP... Así pues, el tiempo es otra de las principales limitaciones de la intervención. Se necesitaría más tiempo para que los estudiantes consoliden los conocimientos y para que aprendan a hacer un buen trabajo en grupo. El enfoque de aprendizaje implementado requiere una alta implicación cognitiva por parte de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Ge & Chua, 2019). Aun así, subrayar que se observa una tendencia positiva y prometedora.

Un aspecto a tener en cuenta para futuras intervenciones, es tener en cuenta si la realización de un *focus group* nos puede aportar más información o aclaraciones a los resultados. En el presente estudio, nos hubiera ayudado a corroborar si la ansiedad que sigue percibiendo parte del alumnado es de un nivel bajo y saber si es en cierto modo positiva, de manera que les motive a seguir esforzándose en comprender la estadística.

Como perspectiva de futuro, sería interesante poder llevar a cabo un estudio longitudinal, para investigar si la metodología de trabajo presentada es la correcta para cambiar tendencias y mejorar la educación. En tan poco tiempo, es difícil conseguir cambiar totalmente la percepción y actitudes que tiene el alumnado de las matemáticas. Se requiere más tiempo y un trabajo continuado, de todas las asignaturas curriculares, para que los estudiantes se adapten a todos los aspectos pedagógicos explicados en el presente estudio.

Para futuras investigaciones, también se considerarán otros centros con diferente nivel socioeconómico.

En el siguiente estudio de la tesis se analizará el impacto de las actitudes en el rendimiento académico de la estadística. El objetivo principal será conocer si la intervención educativa implementada produce una relación positiva entre las actitudes del alumnado y el aprendizaje de la estadística.

## **CAPÍTULO VI.**

---

**Relaciones entre el aprendizaje de la estadística y las actitudes del alumnado en el marco de un proyecto de análisis de datos con tecnología (Estudio 3)**

## 1. Introducción

Los resultados del segundo estudio mostraron mejoría significativa en las actitudes del alumnado del grupo experimental, a través de la intervención educativa SPIDAS (proyecto internacional *Strategic Partnership for Innovative in Data Analytics in Schools*) orientada a la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología. El mismo estudio también concluyó que el grupo control, que siguió una metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional, no mejoró sus actitudes hacia la estadística. Por lo tanto, en este tercer estudio no se consideró pertinente incluir el GC, ya que nos centraremos en analizar en profundidad si la mejora de las actitudes del alumnado hacia la estadística, detectada en el [Capítulo V](#) (GE), también puede incrementar el aprendizaje del contenido de estadística.

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 (Bateiha *et al.*, 2020; Silva & Sousa, 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 el aprendizaje de 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 datos, 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, organizar los datos 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.

A lo largo del capítulo, siguiendo un proceso de investigación de estudio de caso, analizaremos y discutiremos los resultados sobre el impacto de las actitudes hacia la estadística en el logro académico de dicha materia.

## **1.1. Hipótesis**

Basado en todo lo anterior, nuestro objetivo será identificar 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:

*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.

*HIPÓTESIS 2.* La mejora de las actitudes hacia la estadística se correlaciona positivamente con el aprendizaje individual del contenido de estadística.

*HIPÓTESIS 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. Metodología**

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.

### **2.1. Participantes**

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. 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 los conocimientos que alcanzan durante la intervención.

Los resultados del [Capítulo V](#) de la tesis 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

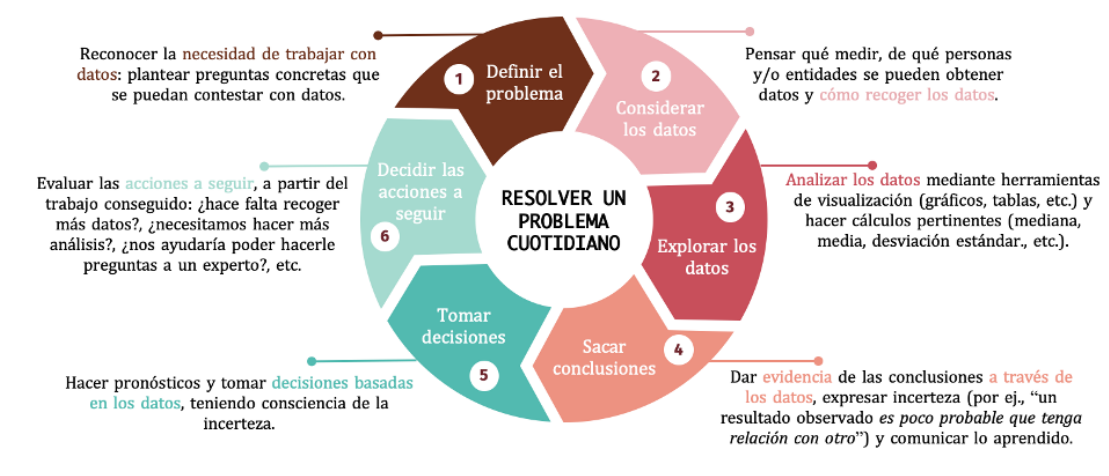
tradicional. Dado que el grupo experimental presentó una mejora estadísticamente significativa en las actitudes, en el presente estudio se consideró pertinente profundizar en el aprendizaje del grupo experimental. Como nos centraremos en un solo grupo, se trata de un estudio de caso, en el que analizaremos en detalle si la mejora de las actitudes del alumnado detectada en el anterior estudio también ha llevado a una mejora del aprendizaje del contenido de estadística. 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 los resultados no son generalizables estadísticamente a toda la población. No obstante, por el hecho de haber llevado a cabo la investigación en un ambiente natural, beneficia a la validez ecológica del estudio, que permite una mayor generalización de los resultados y sus conclusiones en contextos reales (Wopereis & van Merriënboer, 2011). 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.

## **2.2. Instrumentos de evaluación**

### **2.2.1. 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 5](#)), 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 5 preguntas complejas que evalúan conceptos fundamentados en el ciclo de análisis de datos y de alfabetización estadística. Aunque ya se ha presentado en el *Capítulo V – Estudio 2*, recordamos que el ciclo de análisis de datos implementado en la intervención SPIDAS está formado por seis estrategias clave de análisis de datos (figura 18).

**Figura 18.** Definición de las seis estrategias de la intervención



**Fuente:** Elaboración propia.

En los cinco problemas estadísticos se pedía al alumnado argumentación estadística, en base a las estrategias de análisis de datos aprendidas durante la intervención educativa. El *problema 1* del test 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 del test, 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 del test 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.

### **2.2.2. Cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología**

Las actitudes hacia la estadística del alumnado se han evaluado a través del cuestionario de actitudes adaptado y validado de forma exploratoria al español, presentado en el [Capítulo IV](#). Está formado por 16 ítems pertinentes a 3 factores: Ansiedad, Aprendizaje de estadística con tecnología, Afecto. La escala Likert tiene 4 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.

### **2.3. Procedimiento**

El procedimiento experimental constó de tres momentos: (1) un primer momento, antes de la intervención, en el que el alumnado contestó el cuestionario de actitudes hacia la estadística y la prueba de evaluación de aprendizaje de la estadística; (2) un segundo momento, en el que el alumnado ha realizado una intervención educativa orientada a la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología, y (3) un tercer momento, después de la intervención, en el que el alumnado contestó de nuevo el cuestionario de actitudes hacia la estadística y la prueba de



evaluación de aprendizaje de estadística. El alumnado ha contestado 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 ha tenido una duración de 28 sesiones de aula. La intervención ha consistido 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), entender e interpretar los datos y dar respuestas argumentadas al cambio climático. El alumnado trabajó en pequeños grupos de 3 estudiantes 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 han trabajado 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 & Díaz, 2011; Bateiha *et al.*, 2020; Haatainen & 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 3 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. Mediante el 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.

## **2.4. 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 postest 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.

## **3. 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.

### 3.1. Evaluación del aprendizaje de la estadística

En la Tabla 11 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 indica diferencia significativa de las preguntas del test 1, 2, 3 y 5. Aunque la pregunta 4 del test presenta una tendencia positiva, no se ha obtenido diferencia significativa.

**Tabla 11.** 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

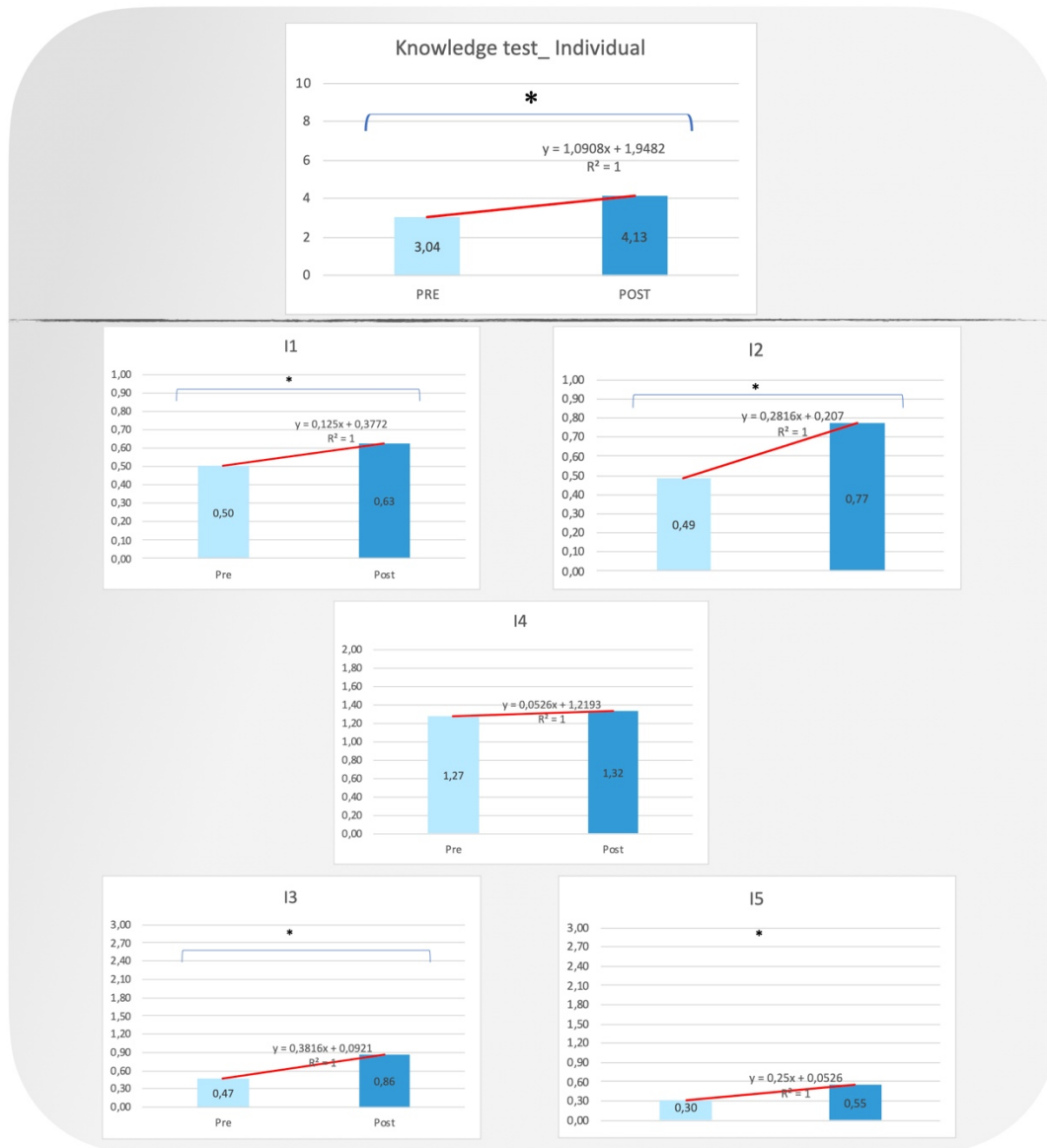
**Nota:** \* $p < 0.05$

**Fuente:** Elaboración propia.

La figura 19 muestra las puntuaciones medias tanto del pretest como del postest de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística, 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 de estadística (10p), y, por otro lado, cada una de las preguntas que forman el test (1p, 2p o 3p). De los 5 problemas estadísticos del test, 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.

Para la disposición de los gráficos en la figura 19, se han ubicado a la misma altura las preguntas con la misma puntuación: las preguntas I1 y la I2 tienen el valor de 1 punto; la pregunta I4 de 2 puntos, y las preguntas I3 e I5 de 3 puntos.

**Figura 19.** Puntuaciones medias del pretest y postest de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística: total y por preguntas



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Relación entre actitudes y aprendizaje

Para el análisis correlacional, se ha analizado, por un lado, la relación entre la prueba de evaluación de aprendizaje y la actitud global, y, por otro lado, 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 también 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, se detecta una relación positiva media y estadísticamente significativa entre ambas variables (Tabla 12): las actitudes y el rendimiento del alumnado van en la misma dirección. Antes de la intervención, la correlación entre las dos variables era escasa o débil. 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.

En segundo lugar, a través de un análisis más profundo, también se han detectado correlaciones entre las actitudes del alumnado y los problemas de estadística concretos que forman el test individual. 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 “Ansiedad” y con el factor “Afecto”. 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 también 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 12.** Coeficientes de correlación de todas las variables

	PRE				POST			
	Actitud _global	Act_Fac tor1_an siedad	Act_ Factor2_ tecno	Act_ Factor3_ afecto	Actitud_ global	Act_Fact or1_ansi edad	Act_ Factor2_ tecno	Act_ Factor3_ afecto
<b>TOTAL_ I_10p</b>	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

**Nota:** \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ .

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4. Discusión

En líneas generales, los resultados de nuestro estudio corroboran una mejora de la competencia de análisis de datos 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 características muy similares a la nuestra, en el aprendizaje de la estadística (Biehler, 2019; García-Martín & Cantón-Mayo, 2019; Gonzalez & Trelles, 2019; Haatainen & Aksela, 2021; Woodard *et al.*, 2020). También concuerdan con las investigaciones que aportan evidencia de la influencia positiva de las actitudes hacia el aprendizaje de las matemáticas (Al-Mutawah & Fateel, 2018; Cantero *et al.*, 2018; Pitsia *et al.*, 2017).

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 mediante 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, en base a 3 cualidades de la tecnología: la visualización, el modelado y la manipulación (Bray & Tangney, 2017). Concretamente, 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. 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 profesor dirige la sesión y transmite conocimiento, a una

dinámica investigadora centrada en el alumnado. En base a 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 a menudo aparecen en los diversos medios informativos. Además, con frecuencia también aparecen gráficos u otros conceptos estadísticos en temas curriculares diferentes a las matemáticas. Estos autores también 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 & 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 necesarios sobre análisis de datos, 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.

## 5. Conclusiones y limitaciones

En este tercer estudio se ha valorado la relación entre las actitudes del alumnado hacia la estadística y el aprendizaje individual del contenido de estadística. A continuación, se exponen las conclusiones del estudio que dan respuesta a las tres hipótesis planteadas:

- *Hipótesis 1.* Dada la diferencia significativa entre los resultados del pretest y el postest de la prueba de evaluación de aprendizaje de estadística, se demuestra que las variables que integran la intervención educativa SPIDAS, han contribuido a que el alumnado aprenda estrategias de análisis de datos y conceptos de alfabetización estadística. De la intervención, destacamos el uso de una tecnología intuitiva que facilita el análisis de los datos, mediante la visualización y manipulación de los datos. Estas características tienen un impacto positivo en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística y mejoran su rendimiento (Bray & Tangney, 2017; Ciftci *et al.*, 2014; Fujita *et al.*, 2018).
- *Hipótesis 2.* El estudio también confirma una relación positiva y estadísticamente significativa entre las actitudes del alumnado y el aprendizaje individual de estadística.
- *Hipótesis 3.* Aunque los tres factores del cuestionario de actitudes presentan una correlación positiva con el aprendizaje individual del contenido, la única estadísticamente significativa es la relación con el factor 3 - *afecto*. Esta conclusión nos lleva a pensar que gracias a la intervención SPIDAS, el alumnado hace una valoración más positiva sobre la utilidad del contenido de estadística, y se sienten más confiados y motivados a la hora de afrontar el contenido.

### *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.

En el siguiente y último estudio de la tesis, se analiza si las actitudes y el rendimiento académico individual en estadística han producido una mejora en el aprendizaje colaborativo de la estadística. El objetivo principal será estudiar en profundidad los resultados de una tarea grupal, combinando análisis cuantitativos y cualitativos.



## **CAPÍTULO VII.**

---

**Impacto del trabajo colaborativo en el aprendizaje de la estadística: resolver un reto a través de análisis de datos de forma colaborativa y con tecnología (Estudio 4)**

## 1. Introducción

Los resultados del tercer estudio mostraron mejoría significativa de la competencia de análisis de datos, tras la implementación de la intervención educativa SPIDAS, basada en trabajo por proyectos, trabajo colaborativo y el uso de tecnología, a través de un estudio de caso (grupo experimental del estudio 2). El mismo estudio también concluyó que existe una relación positiva entre las actitudes del alumnado y el aprendizaje de contenido de estadística.

En este cuarto estudio nos centraremos en caracterizar si la mejora de las actitudes y del aprendizaje individual detectadas en los estudios previos, también han llevado a una mejora del aprendizaje colaborativo de la estadística y si este aprendizaje grupal es superior al individual. Además, analizaremos más en profundidad algunos grupos pequeños de trabajo para conocer si las interacciones dialógicas y una mayor presencia de alumnado de sexo femenino tienen algún impacto durante la realización de una prueba colaborativa.

Siguiendo un proceso de investigación de estudio de caso y una metodología mixta, analizaremos y discutiremos los resultados del logro académico en estadística.

### 1.1. Hipótesis

En este cuarto estudio se ha planteado investigar las cuatro hipótesis siguientes:

*HIPÓTESIS 1.* La intervención educativa, que tiene por objetivo la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología, mejorará el aprendizaje en grupo de estadística.

*HIPÓTESIS 2.* El aprendizaje de estadística en grupo presenta una mejora estadísticamente significativa más alta que el aprendizaje individual.

*HIPÓTESIS 3.* Los grupos con mayor puntuación están formados mayoritariamente por alumnado de sexo femenino.

*HIPÓTESIS 4.* Las interacciones dialógicas influyen en el desarrollo de una tarea grupal.

## 2. Metodología

### 2.1. Participantes

La muestra analizada en el presente estudio de caso está formada por el mismo alumnado que en el capítulo anterior (grupo experimental del estudio 2). Se trata de 110 estudiantes de 2º de educación secundaria de un colegio concertado de Lleida, cuya distribución de género es homogénea: 52,7% (58) chicas y 47,3% (52) chicos.

En total, hay 37 grupos pequeños de trabajo, que realizan la prueba de evaluación grupal de forma colaborativa. La mayoría de los grupos están formados por 3 alumnos; concretamente, hay 33 grupos de 3 estudiantes, 10 grupos de 4 estudiantes y una pareja. Esta distribución ha sido estipulada por los profesores responsables, por motivos ajenos a la investigación.

### 2.2. Instrumentos de evaluación

Los dos instrumentos de evaluación empleados son pruebas creadas *ad hoc*, en el seno del proyecto internacional SPIDAS: una prueba individual (ya presentada en el [estudio 3](#)) y una prueba grupal, que se resuelve de forma colaborativa en pequeños grupos. Para su elaboración, se ha contado con la experiencia de profesorado universitario de matemáticas, expertos en la enseñanza de la estadística.

Ambas pruebas están formadas por preguntas complejas que evalúan conceptos fundamentados en el ciclo de análisis de datos y de alfabetización estadística, estrategias por las que se rige la intervención educativa.

#### 2.2.1. Prueba de evaluación de aprendizaje de estadística: grupal

La prueba grupal, adjuntada en el [anexo 6](#), consta de 2 problemas con varias preguntas, en las que se pide al alumnado argumentación estadística basada en las estrategias de análisis de datos desarrolladas durante la intervención.

El *problema 1* plantea diversas cuestiones sobre una muestra de alumnado europeo de educación secundaria. Para responder, los estudiantes deben reconocer, primero, los datos necesarios para su resolución y segundo, los cálculos apropiados que se deben llevar a cabo. Este problema se centra en las estrategias de análisis de datos (recordar *figura 6 – página 81*) siguientes: (1) definir el problema -reconocer la necesidad de datos para resolver un problema, generar preguntas, tener en cuentas las variables y la población-, (2) considerar los datos -recoger y organizar los datos-, (3)

explorar los datos -analizar, calcular y visualizar los datos, para buscar patrones y tendencias-, (5) tomar decisiones, haciendo predicciones y (6) decidir las acciones a seguir. Se espera que el alumnado calcule medias, variabilidad, frecuencias y sepan diferenciar la muestra y la población de un estudio.

El *problema 2* muestra un gráfico sobre la esperanza de vida de un grupo de animales en función de las horas que duermen al día. Para responder, el alumnado debe buscar patrones y tendencias en el gráfico (explorar los datos) para sacar conclusiones. Los estudiantes necesitan dominar los conocimientos estadísticos de lectura e interpretación de gráficos.

La puntuación máxima de la prueba es de 10 puntos, repartidos entre los dos problemas mencionados: problema 1 – 7 puntos y problema 2 – 3 puntos. Tal como se ha comentado, cada problema abarca diferentes preguntas, de manera que los 10 puntos totales del test tienen la siguiente distribución: G1.1\_a – 0,8 pts.; G1.1\_b – 0,8 pts.; G1.1\_c – 0,8 pts.; G1.1\_d – 0,8 pts.; G1.1\_e – 0,8 pts.; G1.2. – 1 pts.; G1.3. – 1 pts.; G1.4. – 1 pts.; G2A\_a – 0,75 pts.; G2A\_b – 0,75 pts.; G2A\_c – 0,75 pts.; G2B – 0,75 pts.

En cuanto a la corrección del test, se ha seguido una rúbrica de evaluación con las puntuaciones de cada pregunta, segmentadas en variables categóricas. Para facilitar, por un lado, la evaluación del alumnado y, por otro lado, el análisis estadístico de los datos, cada variable categórica tiene un valor numérico. Por ejemplo, la puntuación máxima de la pregunta G2A\_c del problema 2 puede ser de 0,75 puntos. Esta pregunta plantea si la relación entre un número concreto de horas de dormir de un mamífero y su esperanza de vida es correcta, argumentando la respuesta a partir del gráfico del problema 2. La respuesta es “incorrecta” y se ha valorado con las siguientes puntuaciones: 0 puntos – si dicen que es correcta; 0,375 puntos – si reconocen que es incorrecta pero no ofrecen ningún razonamiento o éste es incompleto (“*porque el gráfico lo dice*”), o no marcan ninguna opción, pero el razonamiento es correcto y demuestran buena interpretación del gráfico; 0,75 puntos – si marcan que la situación planteada es incorrecta y, además, acorde a los datos del gráfico, argumentan cuál es la esperanza de vida correspondiente a las horas de sueño planteadas.

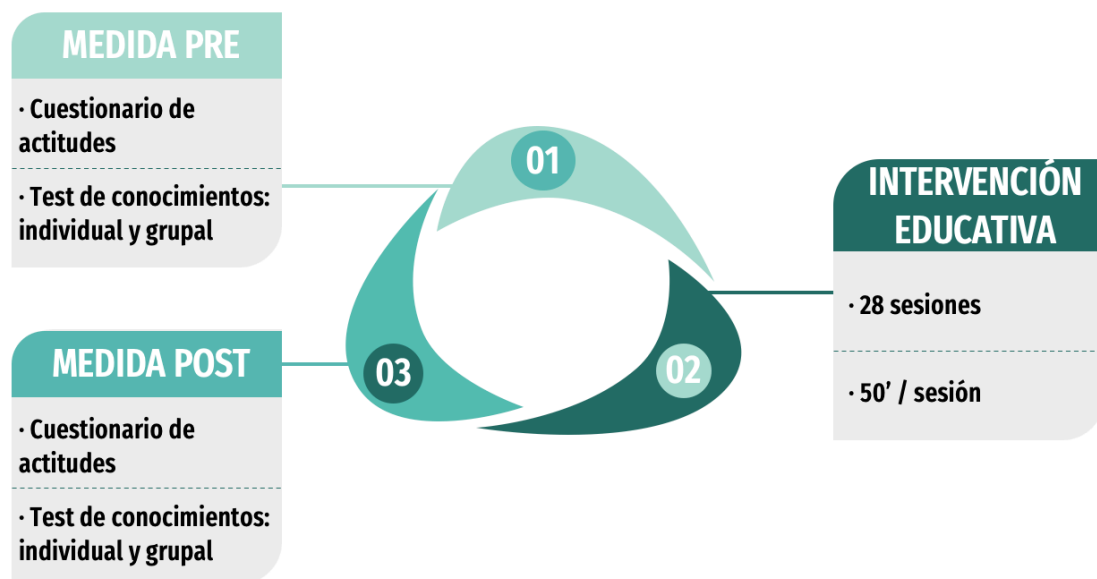
### **2.3. Procedimiento**

El procedimiento experimental fue formado por tres momentos (figura 20): a) un primer momento, antes de la intervención, en el que el alumnado contestó la prueba de evaluación de aprendizaje individual y la prueba de evaluación de aprendizaje grupal; b) un segundo momento, en el que se implementó la intervención educativa orientada a la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología, y c) un tercer

momento, después de la intervención, en el que el alumnado contestó de nuevo las pruebas de evaluación de aprendizaje, individual y grupal. El alumnado realizó ambas pruebas de evaluación de aprendizaje en papel y necesitaron, aproximadamente, 50 minutos para la prueba individual y 45 minutos para la prueba grupal.

Durante la realización del test colaborativo se grabó a 3 grupos en vídeo, escogidos aleatoriamente, mientras resolvían la prueba. Se grabaron con la finalidad de poder analizar posteriormente las interacciones dialógicas en pequeños grupos para determinar el desarrollo de estrategias de aprendizaje colaborativo.

**Figura 20.** Momentos de la implementación



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **2.4. Análisis de datos**

Para analizar los datos recogidos se ha seguido un proceso de investigación de estudio de caso y una metodología mixta (Guerrero *et al.*, 2018). El método mixto conlleva un análisis de datos tanto cuantitativo como cualitativo, que implica la integración de ambos análisis y una discusión conjunta. De esta manera, se sacan conclusiones en base a toda la información recogida y se ofrece una mejor comprensión del fenómeno estudiado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Para el análisis cuantitativo 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 grupal. Los resultados de la prueba de Wilcoxon de la prueba de evaluación de aprendizaje individual se presentaron en el [estudio 3](#) de la tesis.
- MANOVA, para comprobar si las notas obtenidas en las pruebas de evaluación están influenciadas por las dos variables independientes del estudio (intervención y tipología de prueba -individual o grupal-).

Para el análisis cualitativo, se han estudiado las interacciones dialógicas de tres grupos pequeños de trabajo a través de las grabaciones en vídeo de los momentos pre y post en que resolvían la prueba de evaluación de aprendizaje, de forma colaborativa. Los vídeos se han analizado, siguiendo:

- Por un lado, dos de los tres factores que promueven inteligencia colectiva, según el estudio de Woolley *et al.* (2010): 1) distribución de los turnos de intervención y 2) número de mujeres en el grupo.
- Por otro lado, el tipo de conversaciones educativas, en base a los tres tipos que define Mercer (2019): disputativa, acumulativa y exploratoria o dialógica.

### 3. Resultados

En este apartado se analiza, por una parte, 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 grupal). Por otra parte, se analiza la diferencia entre las dos variables dependientes del estudio: Prueba de evaluación de aprendizaje individual y Prueba de evaluación de aprendizaje grupal. Por lo tanto, tenemos una segunda variable independiente, que es la tipología de prueba realizada: individual o colaborativa -en grupos pequeños de 3 estudiantes-. Para una mayor comprensión de los resultados cuantitativos, también se analiza la interacción dialógica entre el alumnado de tres grupos pequeños de trabajo.

Siendo que la muestra de la que disponemos es reducida, primero se debe realizar una prueba de normalidad, que nos indicará qué cálculos estadísticos son



adecuados. La puntuación de Shapiro-Wilk de la tabla 13 nos indica que la muestra no sigue una distribución normal. Se ha obtenido un valor  $p$  menor al nivel de significancia en la variable dependiente.

**Tabla 13.** Prueba de normalidad

Variables dependientes	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Total grupal_PRE	,069	116	,200*	,977	116	<b>,048</b>
Total grupal_POST	,120	116	,000	,957	116	<b>,001</b>

**Nota:** \* $p < 0.05$

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.1. Aprendizaje de la estadística

#### 3.1.1. Pre y post intervención

Las tablas 14 y 15 muestran los resultados de la prueba de Wilcoxon. Primero, se observa una diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) entre las puntuaciones pre y post de ambos test, grupal e individual, a favor de la medida post intervención (tabla 14).

Segundo, la tabla 15 también indica diferencia significativa de todas las preguntas de la prueba de evaluación de aprendizaje colaborativa. Recordar que los resultados de cada pregunta de la prueba de evaluación de aprendizaje individual se han comentado y analizado en el estudio 3 de la presente tesis.

**Tabla 14.** Nivel de significación entre el resultado total pretest y postest de las pruebas de evaluación de aprendizaje: grupal e individual

Variable dependiente	GRUPAL		INDIVIDUAL	
	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto
Prueba de evaluación de aprendizaje	<b>,000</b>	$r = .49$	<b>,001</b>	$r = .38$

**Nota:** \* $p < 0.05$

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 15.** Nivel de significación entre los resultados pretest y posttest de la prueba de evaluación de aprendizaje grupal: global y por preguntas

Dependent variables	Sig. asin. (bilateral)	Tamaño del efecto
TOTAL_Grupal_10p	,000*	r= .49
G1.1_4p	,000*	r= .23
G1.2_1p	,000*	r= .55
G1.3_1p	,000*	r= .51
G1.4_1p	,039*	r= .14
G2_3p	,000*	r= .28

**Nota:** \* $p < 0.05$

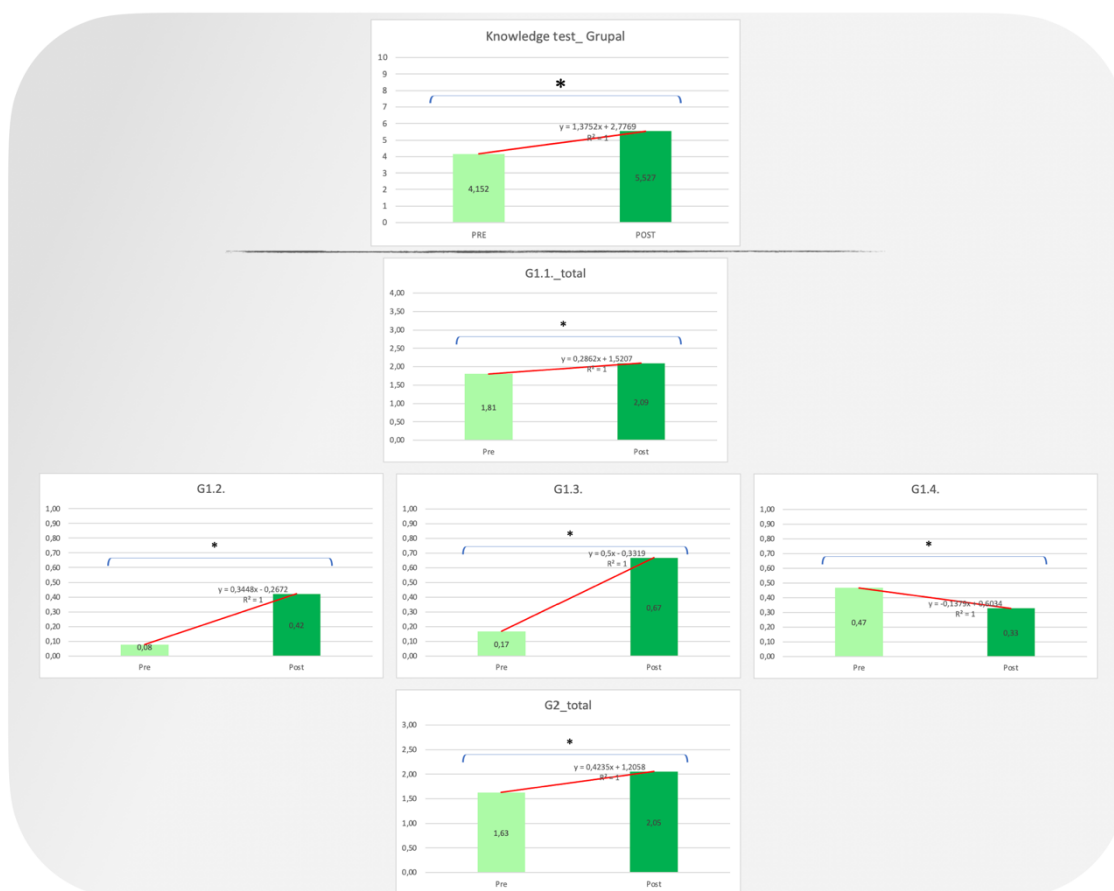
**Fuente:** Elaboración propia.

Se detecta que la diferencia entre los resultados de las pruebas pre y post intervención del test colaborativo es significativa. Ahora bien, la figura 21 muestra qué momento de la evaluación (pre o post) ha obtenido mejores resultados. La puntuación total de la prueba grupal y las preguntas G1.1, G1.2, G1.3 y la G2\_total presentan una puntuación post superior al pre. La única pregunta que ha obtenido una disminución en su puntuación post-intervención es la G1.4. Para la disposición de los gráficos en la figura 21, se han ubicado a la misma altura las preguntas con la misma puntuación: la pregunta G1.1\_total vale 4 puntos; las preguntas G1.2, G1.3 y G1.4. tienen un valor de 1 punto; y la pregunta G2\_total, 3 puntos.

Los valores del eje y representan los puntos totales de la prueba de evaluación de aprendizaje (10p) y también de cada una de las preguntas que forman la prueba (1p, 3p o 4p).

Se concluye que la intervención educativa SPIDAS, haciendo especial hincapié en el trabajo colaborativo, ha favorecido el aprendizaje de contenido de estadística en grupo.

**Figura 21.** Puntuaciones medias del pretest y postest de la prueba de evaluación de aprendizaje grupal: total y por preguntas



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2. Impacto de las variables independientes

En el apartado anterior se ha comprobado que las notas post intervención son mejores que las notas pre, por lo cual, la intervención ha contribuido de forma significativa en el aprendizaje del contenido de estadística.

Aparte del impacto de la intervención, nos interesa conocer si ambas variables independientes (intervención y tipología prueba) tienen un impacto en los resultados de las pruebas y por ello, se ha procedido al análisis estadístico MANOVA. Los resultados de las tablas 16 y 17 señalan que las notas varían en función del momento de la prueba (antes o después de la intervención) y de la forma de resolución de la prueba (individual o grupal). En la tabla 16, el resultado significativo de la Traza de Pillai es el que nos indica que existe diferencia entre las notas dependiendo del momento de la prueba y de su tipología. En la tabla 17 se observa como esta diferencia es significativa en ambas variables independientes: momento de intervención y tipología de prueba.

**Tabla 16.** Resultados MANOVA – diferencia entre notas

Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Intersección	Traza de Pillai	,977	6860,512 <sup>b</sup>	2,000	321,000	<,001
	Lambda de Wilks	,023	6860,512 <sup>b</sup>	2,000	321,000	<,001
	Traza de Hotelling	42,745	6860,512 <sup>b</sup>	2,000	321,000	<,001
	Raíz mayor de Roy	42,745	6860,512 <sup>b</sup>	2,000	321,000	<,001
Nota	<b>Traza de Pillai</b>	1,433	5,938	274,000	644,000	<b>&lt;,001</b>
	Lambda de Wilks	,075	6,219 <sup>b</sup>	274,000	642,000	<,001
	Traza de Hotelling	5,573	6,508	274,000	640,000	<,001
	Raíz mayor de Roy	3,778	8,881 <sup>c</sup>	137,000	322,000	<,001

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

**Fuente:** Elaboración propia.

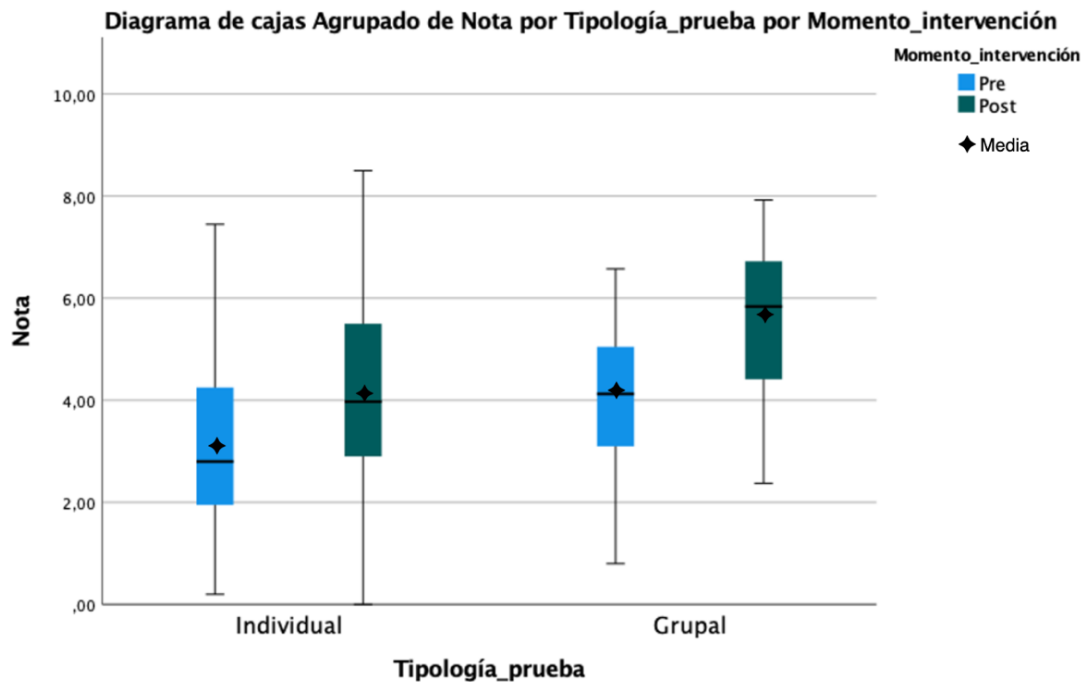
**Tabla 17.** Resultados MANOVA – factores que influyen en la diferencia de notas

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Moment_intervenció	74,971 <sup>a</sup>	137	,547	4,402	<,001
	Tipologia_prova	89,802 <sup>b</sup>	137	,655	8,379	<,001
Intersección	Moment_intervenció	636,024	1	636,024	5116,235	<,001
	Tipologia_prova	533,948	1	533,948	6825,676	<,001
Nota	<b>Moment_intervenció</b>	74,971	137	,547	4,402	<b>&lt;,001</b>
	<b>Tipologia_prova</b>	89,802	137	,655	8,379	<b>&lt;,001</b>
Error	Moment_intervenció	40,029	322	,124		
	Tipologia_prova	25,189	322	,078		
Total	Moment_intervenció	1150,000	460			
	Tipologia_prova	1156,000	460			
Total corregido	Moment_intervenció	115,000	459			
	Tipologia_prova	114,991	459			

**Fuente:** Elaboración propia.

La figura 22 facilita la visualización de los datos expuestos, a través de un diagrama de cajas. La figura nos muestra que las notas del alumnado son mejores en el momento post intervención y cuando la resuelven de forma colaborativa. Los resultados de la prueba grupal muestran menos dispersión que los resultados de la prueba individual.

**Figura 22.** Diagrama de cajas agrupado, de nota, por tipología de prueba y por momento de intervención



**Fuente:** Elaboración propia.

A partir de los resultados visualizados con el diagrama de cajas, que señalan que la evaluación en grupo obtiene mejores notas, se analizan con más detalle los grupos para ver qué patrones nos muestran.

Para profundizar en la comprensión de los resultados obtenidos, se han comparado las puntuaciones individuales y grupales de los grupos pequeños de trabajo (figura 23 y figura 24).

Por un lado, nos centraremos en la figura 23, que muestra el incremento de cada uno de los 37 grupos que han participado en el estudio, tanto de la prueba individual como de la grupal o colaborativa. Para el cálculo del incremento se ha seguido el trabajo de Guiral (2017). Siguiendo los resultados de estudios previos que demuestran el impacto positivo del trabajo colaborativo en el aprendizaje individual (Mercer, 2013; Reiner *et al.*, 2021; Wegerif *et al.*, 2017), queremos plasmar en la misma figura ambos incrementos para comprobar si esta relación también se cumple en nuestra muestra.

Para poder comparar el rendimiento de todos los miembros, entre grupos, planteamos calcular la media de la suma de los incrementos individuales entre pretest y posttest de los miembros de cada grupo (Guiral, 2017). Así pues, en relación a la prueba evaluativa individual, se representa en la figura 23 con el color rosa la media del incremento individual, de cada grupo. La línea horizontal continua muestra la media del

incremento individual de los 37 grupos. Por otro lado, para calcular el incremento de la prueba colaborativa, se plantea calcular la diferencia de puntuación entre el pretest y el posttest de cada grupo (barras azules de la figura 23). La línea horizontal discontinua representa la media del incremento grupal de los 37 grupos. Los 3 grupos marcados con un círculo rojo (5, 13 y 15) son los grupos que tenemos grabados en video mientras realizan la prueba de evaluación de aprendizaje grupal.

Centrándonos en los resultados de la prueba colaborativa, se observa que, del total, el 75,7% (28 grupos) han obtenido un incremento positivo de la nota grupal. De los nueve grupos restantes, el 21,6% (8 grupos) presenta un incremento negativo ya que disminuye su nota post (grupos 2, 6, 13, 17, 20, 22, 33, 34) y el 2,7% (1 grupo) no muestra cambio, al obtener la misma puntuación post que pre (grupo 8). Por lo tanto, son mayoría los grupos que han mejorado su puntuación grupal post. Del 75,7% que ha incrementado su puntuación grupal, el 57% (16 grupos) ha alcanzado un incremento superior a la media de incremento grupal de la muestra total; el 11% (3 grupos) un incremento superior a la media de incremento individual (pero menor que la media del incremento grupal), y el 32% (9 grupos) un incremento por debajo de la media de incremento individual.

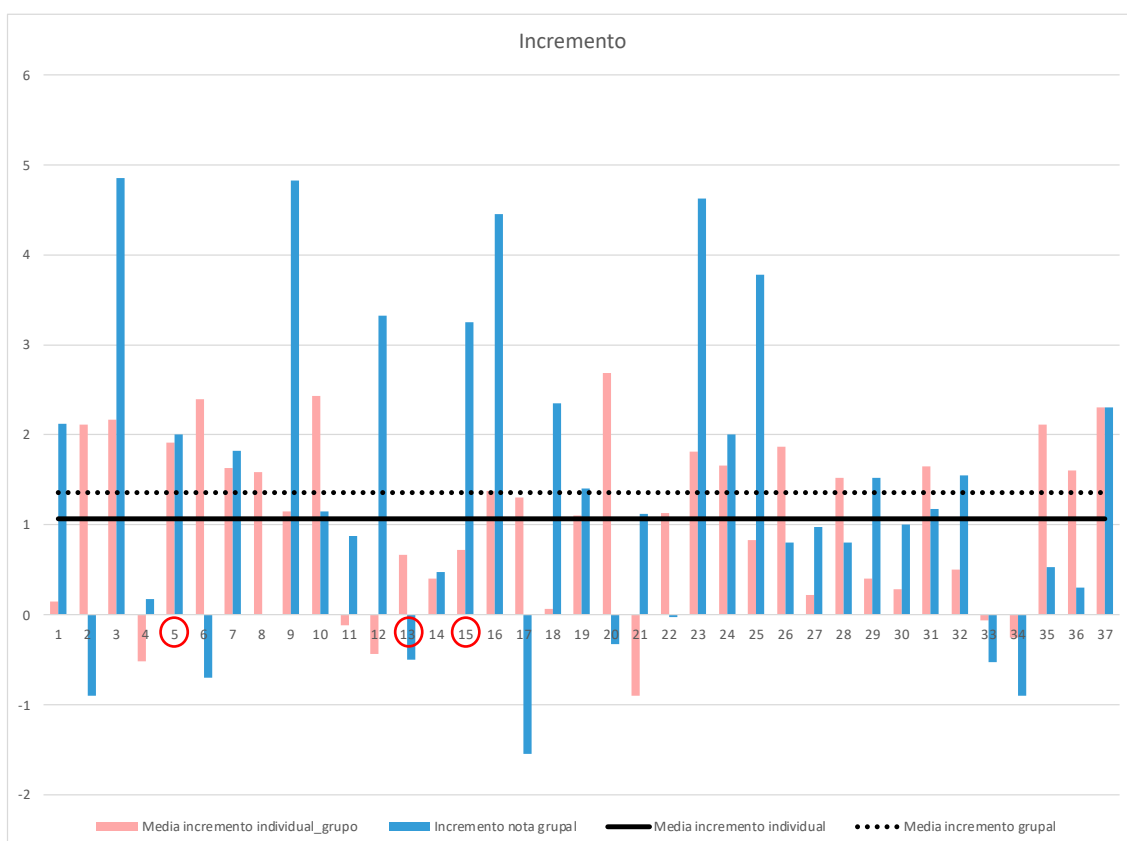
De los 28 grupos con un incremento positivo de la puntuación grupal, 85,7% (24 grupos) también muestran un incremento positivo de la media individual, y un 14,3% (4 grupos) un incremento negativo de la media individual del grupo.

De los 37 grupos, el 51,4% (19 grupos) han alcanzado un incremento de la nota grupal superior a la media de incremento individual. El grupo con un mayor rendimiento colaborativo es el 3, con 4,85 puntos de incremento de la nota grupal. Le sigue el grupo 9, con un incremento de 4,825.

En cuanto al incremento de la nota individual de todos los grupos, aunque el 56,8% (21 grupos) haya obtenido un incremento de la media individual superior a la media de incremento individual de todos los grupos (línea continua negra), la figura 23 indica un incremento muy superior de la nota grupal en comparación con la nota individual. El incremento de la nota grupal de algunos grupos llega a triplicar la puntuación media del incremento de todos los grupos.

Por lo tanto, los resultados de la figura 23 nos indican un claro beneficio de la resolución colaborativa de una prueba para el aprendizaje de la estadística.

**Figura 23.** Histograma de los incrementos entre pretest y postest



**Fuente:** Elaboración propia.

Por otro lado, ahora nos centraremos en los 28 grupos que presentan un incremento positivo de la nota grupal. Vemos representadas en la figura 24 la puntuación de la evaluación individual pretest de cada estudiante de los 28 grupos (marcadas con una cruz) y la postest (círculos), que se comparan con la evaluación colaborativa pretest (línea de puntos) y la postest (línea continua azul) de todos los grupos. Para favorecer la visualización de los datos, se han ordenado los grupos de mayor a menor puntuación post a la prueba de evaluación de aprendizaje grupal. Siguiendo este mismo criterio, es como se ha ordenado el alumnado dentro de cada grupo, en función de su puntuación post a la prueba de evaluación de aprendizaje individual. Finalmente, se representan las medias de toda la muestra del estudio (n=110): por una banda, del pretest individual (3,04 - línea horizontal doble y gris claro) y postest individual (4,13 - línea horizontal doble y gris más oscuro) y, por otra banda, del pretest colaborativo (4,16 - línea horizontal gris muy oscuro) y postest colaborativo (5,72 - línea horizontal gris más claro). Los dos grupos marcados con un círculo rojo (15 y 5) son los grupos que se han grabado en video durante la realización de la prueba de evaluación colaborativa. El tercer grupo que se ha grabado no aparece en esta figura porque no ha obtenido una mejor puntuación post grupal, respecto al pre.

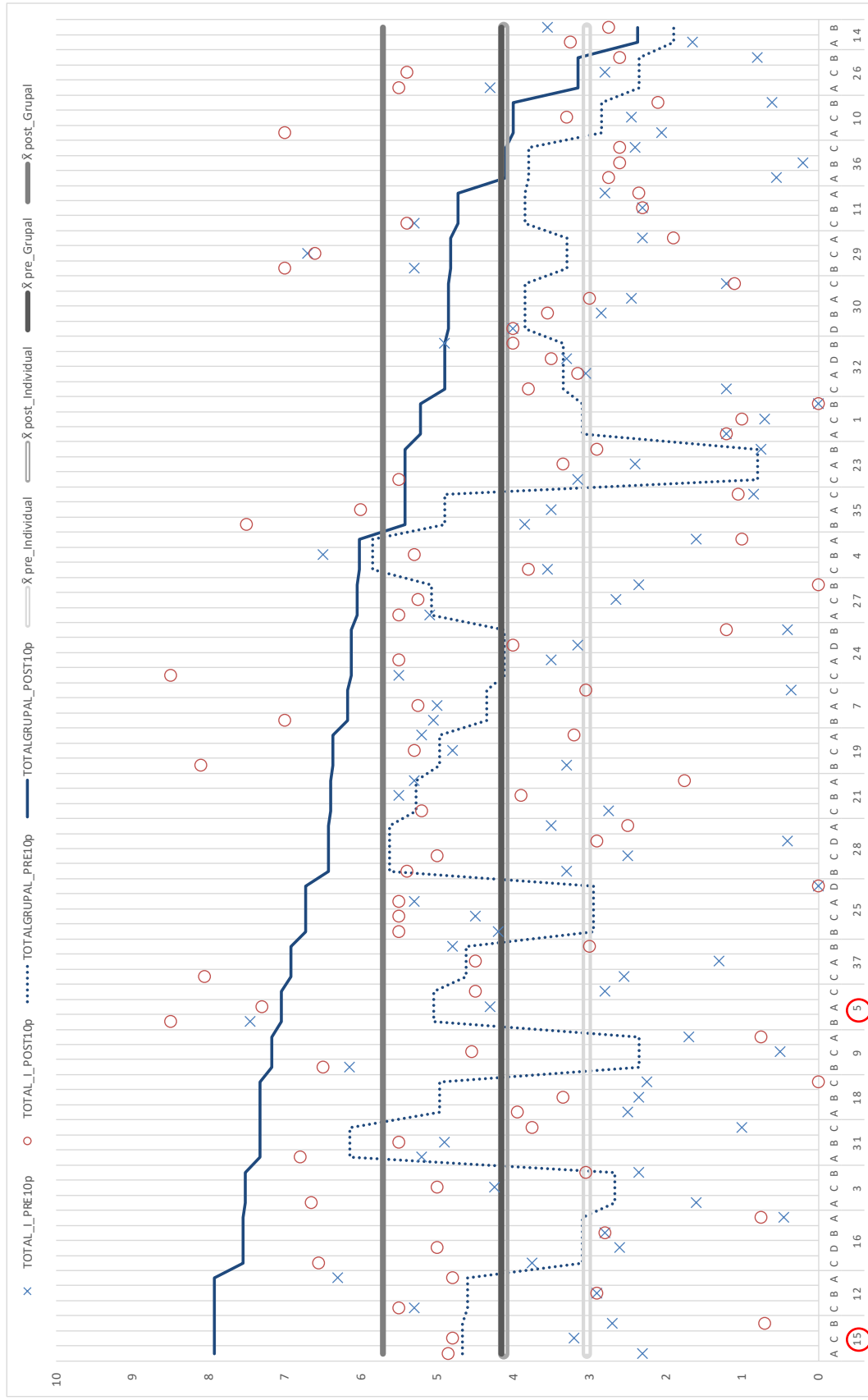
En el eje y se representa la puntuación total (10p) de ambas pruebas de evaluación de aprendizaje de estadística: individual y grupal.

La interpretación de los datos representados en la figura 24 se organizará en los siguientes apartados:

- i. Diferencias generales entre el pretest-postest de las pruebas individual y grupal
- ii. Diferencias entre grupos entre pretest-postest individual y grupal



**Figura 24.** Comparación pre-post de la evaluación individual y grupal: 28 grupos que incrementan la puntuación grupal y la individual de la mayoría de sus miembros



Fuente: Elaboración propia.

**i. Diferencias generales entre el pretest y postest de las pruebas individual y grupal**

Teniendo en cuenta que ambas pruebas, individual y grupal, tienen la misma puntuación máxima de 10 puntos, se observa que la media grupal post de toda la muestra es superior a la media individual post de todos los estudiantes. Incluso la puntuación media grupal pre es ligeramente más alta que la puntuación media individual post. Por lo tanto, antes de la intervención, la prueba colaborativa ya se ha realizado con más éxito que la individual.

Estos 28 grupos están formados por 89 estudiantes. El 31,5% (28 estudiantes) han obtenido una puntuación post-individual inferior a la media del pre individual de toda la muestra. La interacción del aprendizaje grupal tiene un impacto destacable en el aprendizaje, ya que 13 de los 28 grupos (46,4%, y el 35% del total de 37 grupos participantes) muestran una puntuación pre grupal superior a la puntuación post individual de la muestra total.

**ii. Diferencias entre grupos entre pretest-postest individual y grupal**

De entre todos los grupos, destaca el grupo 5 (grabación video) porque todos sus miembros han obtenido una puntuación individual post superior a la media de los 110 estudiantes. La puntuación de la prueba colaborativa de este grupo también supera la media de todos los grupos: tanto el resultado pretest como el postest. Así pues, afirmamos que, al menos en parte, el buen funcionamiento del grupo ha contribuido a que todas las alumnas se hayan apropiado e interiorizado los aprendizajes co-construidos en grupo durante la intervención SPIDAS (Mercer, 2013).

El otro grupo que destaca es el grupo 15, por ser el grupo con la mayor puntuación grupal post. Además, coincide que también es uno de los 3 grupos que se han grabado en video.

Observando la línea continua azul que indica la puntuación grupal post, vemos que los primeros 17 grupos (60,7%) se sitúan por encima de la media grupal post. De estos 17 grupos (58 estudiantes), el 29,4% (5 grupos) presentan una puntuación grupal pre inferior a la media de todos los grupos. En cuanto a los 11 grupos (31 estudiantes) restantes, que no superan la puntuación grupal post al compararla con la media grupal total, son el 91% (10 grupos) que en el pre no alcanzaron la puntuación media pre del grupo-clase. Por lo tanto, nos indica que estos 11 grupos ya tenían un nivel más bajo en el momento pre-intervención. No obstante, es destacable el hecho de que 7 de estos 11 grupos (63,6%) superan la puntuación media pre y post individual total. Es decir, a pesar de los resultados bajos de estos grupos, su puntuación grupal supera la puntuación

individual media (tanto pre, como post). Una vez más, detectamos resultados a favor del aprendizaje colaborativo para un mayor aprendizaje, a diferencia del aprendizaje individual.

Para poder comprender más en detalle las diferencias que se observan entre los grupos, analizaremos si hay un género predominante en cada bloque de grupos (tabla 18). Esta información nos indicará si el género del alumnado que conforma los grupos de trabajo contribuye al aprendizaje colaborativo, siguiendo el estudio de Woolley *et al.* (2010) en el que defienden que un mayor número de mujeres se asocia a mejores resultados.

**Tabla 18.** Aprendizaje colaborativo y género predominante

<b>17 grupos (58 estudiantes)</b>	<b>11 grupos (31 estudiantes)</b>
G15 (2 ♀), G12 (2 ♀), G16 (3 ♀), G3 (1 ♀), G31 (3 ♀), G18 (0 ♀), G9 (2 ♀), G5 (3 ♀), G37 (3 ♀), G25 (4 ♀), G28 (0 ♀), G21 (3 ♀), G19 (0 ♀), G7 (0 ♀), G24 (0 ♀), G27 (3 ♀), G4 (1 ♀)	G35 (3 ♀), G23 (0 ♀), G1 (0 ♀), G32 (0 ♀), G30 (2 ♀), G29 (0 ♀), G11 (1 ♀), G36 (0 ♀), G10 (2 ♀), G26 (3 ♀), G14 (0 ♀)
51,7% chicas	35,5% chicas
Grupos con 0 chicas: 29,4% (5 grupos)	Grupos con 0 chicas: 54,5% (6 grupos)
Grupos formados solo por chicas: 35,3% (G31, G5, G37, G25, G21, G27)	Grupos formados solo por chicas: 18,2% (G35, G26)

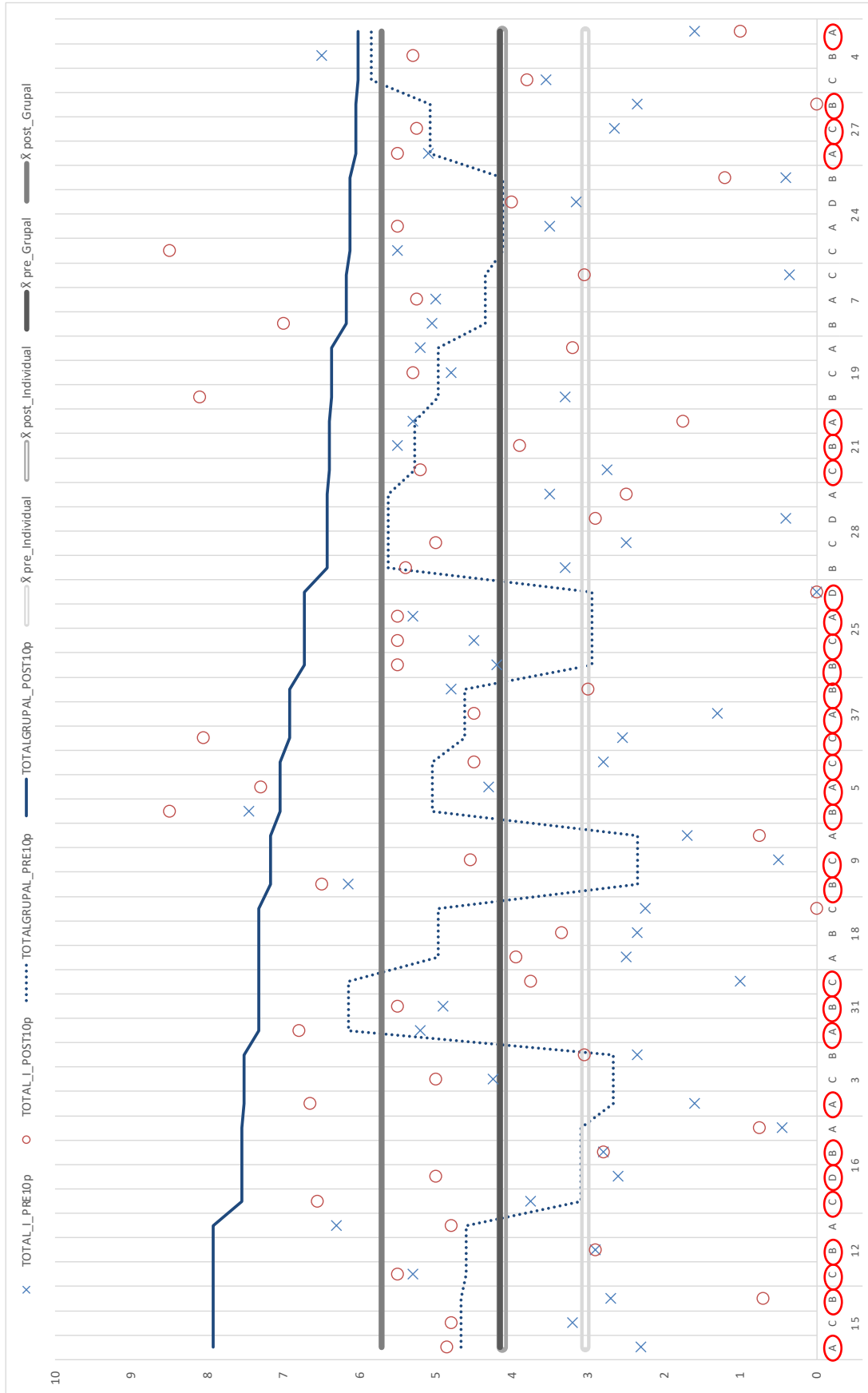
**Fuente:** Elaboración propia.

Observamos que, entre los 11 grupos con menor puntuación grupal, el sexo predominante es el masculino y que en más del 50% de estos grupos no participa ninguna alumna.

Las figuras 25 y 26 nos muestran la misma información que la figura 24 que estamos analizando, pero con cada bloque de grupos por separado: en la figura 25 nos centramos en los 17 grupos que superan la puntuación media post grupal total, con su nota grupal post, y en la figura 26, se representan los 11 grupos que no superan la media post grupal total. Se señalan las alumnas con un círculo rojo.

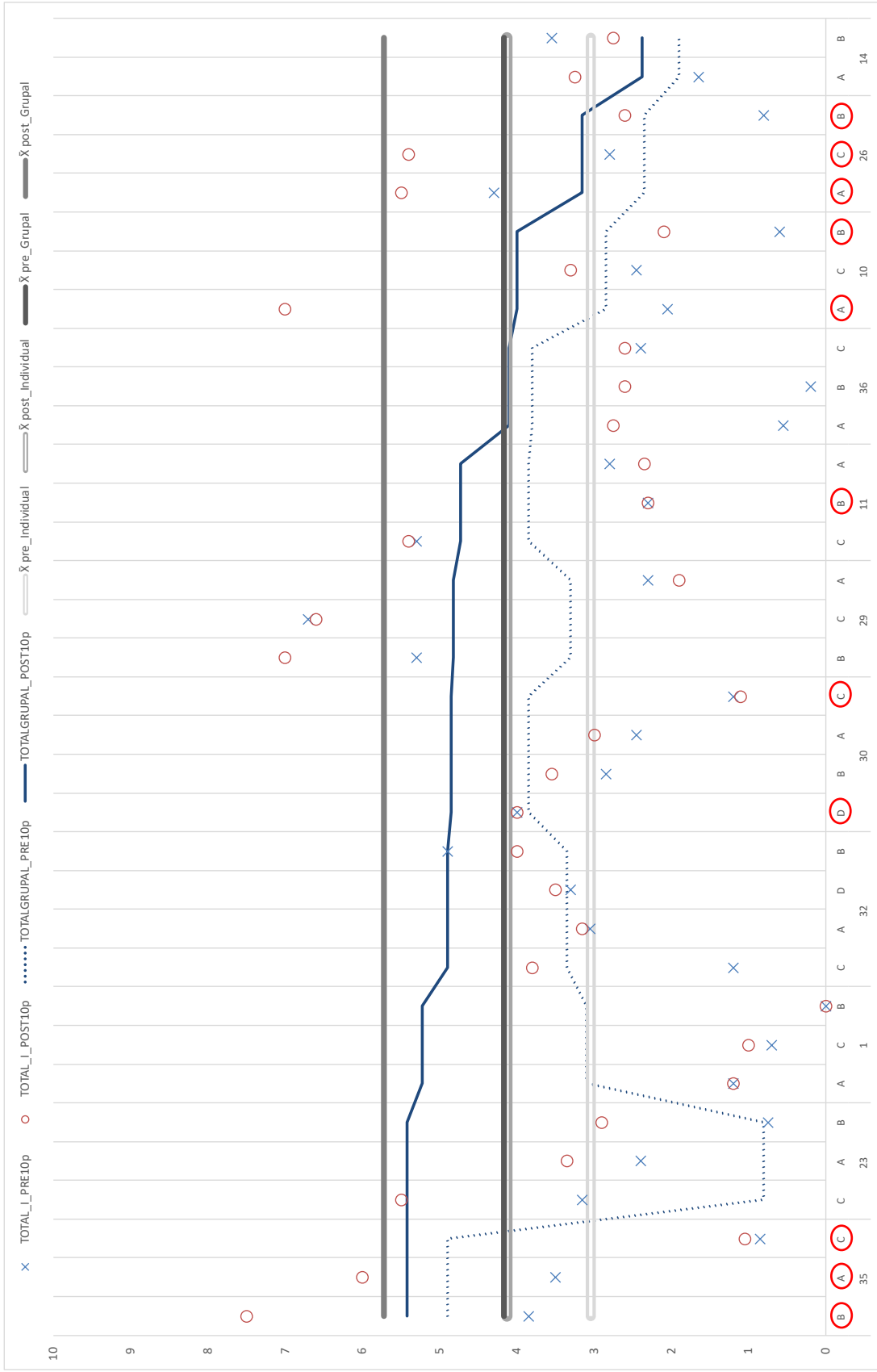
En la figura 25, detectamos que hay 6 grupos mixtos y en 5 de ellos, los miembros que mayor puntuación individual han obtenido son las chicas. Recordamos que los miembros de cada grupo están ordenados en la figura de mayor a menor puntuación post.

Figura 25. Comparación pre-post de la evaluación individual y grupal: diferencias entre sexos (17 grupos)



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 26.** Comparación pre-post de la evaluación individual y grupal: diferencias entre sexos (11 grupos)



Fuente: Elaboración propia.

A modo de concluir este apartado de resultados, cabe señalar, primero, el impacto que ha tenido el trabajo colaborativo en pequeños grupos para mejorar el aprendizaje del contenido de estadística. Segundo, nuestros resultados apuntan, al igual que estudios previos (Riedl *et al.*, 2021), que la capacidad de un grupo de trabajo para resolver un problema no viene determinada por el aprendizaje individual de sus miembros, sino por una serie de características que deben convergir en el grupo. Por lo expuesto, en el siguiente apartado analizaremos la comunicación verbal y no verbal de los 3 grupos que se han grabado en video mientras resolvían la prueba de evaluación colaborativa.

### **3.2. Interacciones intragrupalas**

Es de especial interés el análisis de las interacciones intragrupalas, por conocer las características de algunos grupos y las diferencias que hay entre ellos. En la figura 24 hemos observado que destacan 2 de los 3 grupos que analizaremos en este apartado. Por un lado, el grupo 5, porque todos sus miembros superan la puntuación media individual de toda la muestra, y, por otro lado, el grupo 15, por ser el grupo con la mayor puntuación grupal post. El otro grupo del que analizaremos su interacción es el grupo 13, que ha obtenido peores resultados: ha disminuido su puntuación grupal post (incremento negativo en la figura 23) y la individual de dos de sus miembros.

Así pues, al ser 3 grupos con diferencias individuales y grupales, creemos que este análisis cualitativo arrojará luz sobre las características que deben confluir para que la interacción entre los miembros de un grupo sea óptima, y ayude a mejorar su aprendizaje.

#### **3.2.1. Indicadores de inteligencia colectiva**

Tomando como referencia las conclusiones del estudio de Woolley *et al.* (2010), analizamos, a continuación, los grupos 5, 15 y 13 de nuestra muestra para buscar evidencia de dos factores que los autores señalan como favorables para la inteligencia colectiva:

- 1) Número de mujeres en el grupo
- 2) Distribución de los turnos de intervención

Antes de proceder con el análisis, recordamos en la tabla 19 las puntuaciones tanto grupales como individuales de los tres grupos, en las pruebas de evaluación.

**Tabla 19.** Resultados de las pruebas de estadística por grupos

Grupo	Miembros	Prueba de estadística individual		Prueba de estadística grupal	
		PRE	POST	PRE	POST
5	Alumna 1 - c	2,8	4,5	5,05	7,05
	Alumna 2 - b	7,45	8,5		
	Alumna 3 - a	4,3	7,3		
15	Alumno 1 - c	3,2	4,8	4,67	7,92
	Alumna 2 - a	2,3	4,85		
	Alumna 3 - b	2,7	0,7		
13	Alumna 1	1,95	0,9	6,15	5,65
	Alumna 2	3,6	4,9		
	Alumno 3	3,75	5,5		

**Nota:** Las letras “a, b o c” indican la posición de cada alumna en las figuras 24 y 25.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 20 se muestran los resultados obtenidos de los tres grupos grabados, siguiendo los factores de Woolley *et al.* (2010). Se ha analizado el número de intervenciones de cada alumno en los momentos pre y post, y se señala el número de alumnas en cada grupo.

**Tabla 20.** Indicadores de inteligencia colectiva

Grupo	Miembros	Turno de palabra		Mujeres en el grupo
		PRE	POST	
5	Alumna 1 - c	17	50	3
	Alumna 2 - b	114	103	
	Alumna 3 - a	124	94	
	TOTAL	255	247	
15	Alumno 1 - c	65	80	2
	Alumna 2 - a	61	79	
	Alumna 3 - b	53	60	
	TOTAL	179	219	
13	Alumna 1	40	6	2
	Alumna 2	129	119	
	Alumno 3	131	117	
	TOTAL	300	242	

**Nota:** Las letras “a, b o c” indican la posición de cada alumna en las figuras 24 y 25.

**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a la distribución de género de los tres grupos, la presencia de mujeres está equilibrada en los tres. Respecto al turno de palabra, sí hay más diferencias entre los tres grupos y se comentan a continuación.

Tal como defiende Woolley *et al.* (2010), el número de intervenciones en los grupos nos proporciona información sobre el cambio de puntuación entre las pruebas

colaborativas pre y post. Los grupos 5 y 15 mejoran notablemente su nota grupal post y efectivamente, los turnos de palabra entre sus miembros son más equitativos que en el grupo 13. Observando las intervenciones de sus miembros, en el grupo 15 aumentan los turnos de palabra de los tres miembros y en el grupo 5, aunque los turnos de palabra de dos alumnas disminuyen levemente, se compensa con el importante aumento de contribuciones de la alumna 1 con respecto al pre. Esta alumna, pasa de responder prácticamente en todas sus intervenciones con monosílabos a las aportaciones de las compañeras, en el momento pre, a aportar sus opiniones y razonamientos en la prueba post.

Además, el grupo 15, que es el que obtiene el mayor aumento en la nota post, presenta los turnos de palabra más equilibrados e igualitarios de los 3 grupos analizados. Muy destacables, también del grupo 15, dos hechos: el primero, que ningún miembro del grupo ha aprobado la prueba de evaluación individual post, y el segundo, que la alumna 3 incluso ha obtenido peores resultados post de esta prueba. Esto nos lleva a pensar, una vez más, como la inteligencia colectiva de un grupo no depende de las capacidades individuales de sus integrantes, sino de una combinación de atributos que deben coincidir en el grupo (Riedl *et al.*, 2021). Por ahora, podemos afirmar que dos de esos atributos son, una mayor presencia de integrantes de sexo femenino en el grupo y una distribución equitativa de los turnos de intervención.

En cambio, el grupo 13, que disminuye su puntuación grupal post, presenta una desigualdad notable entre las intervenciones de los tres miembros: no solamente todos disminuyen sus intervenciones post, sino que la alumna 1 prácticamente no interviene. Esta misma alumna, observamos en la tabla 19 que disminuye su puntuación individual post. Los otros dos miembros del grupo 13 presentan más turnos de palabra respecto a los grupos 5 y 15, pero son conversaciones monosilábicas o de estilo monólogo, sin apenas reflexión.

### **3.2.2. Interacciones dialógicas**

Ahora bien, para acabar de arrojar luz sobre las diferencias entre los tres grupos analizados y las puntuaciones que han obtenido, se ha analizado qué tipo de conversaciones educativas predominan en cada grupo, en ambos momentos de la intervención: pre y post. Así pues, el objetivo de este apartado es caracterizar el tipo de habla y contabilizar los tipos de habla en cada uno de los tres grupos. Para facilitar este análisis, el procedimiento seguido ha consistido en segmentar directamente cada vídeo en episodios. Los vídeos no se han transcrito, sino que se ha definido el inicio y el final de cada episodio en función de los tres criterios de segmentación que se explican a continuación (Hennessy *et al.*, 2020):



**1)** como un conjunto de expresiones y conversaciones llevadas a cabo para responder una pregunta de la prueba colaborativa. La prueba tiene 2 problemas (G1 y G2), pero son las conversaciones relacionadas con cada pregunta concreta de estos problemas las que forman episodios. Por ejemplo, siguiendo este criterio, se pueden dar un mínimo de 12 episodios posibles (ver anexo 6): *G1.1. a), G1.1. b), G1.1. c), G1.1. d), G1.1. e), G1.2., G1.3., G1.4., G2A.a), G2A.b), G2A.c), G2B.*

**2)** como un cambio de tarea. Por ejemplo, si los miembros de un grupo, mientras resuelven la pregunta *G2A.a)*, vuelven a hablar sobre otra pregunta que ya habían resuelto y la revisan (por ejemplo, *G1.2*), sería un cambio de episodio. Se ha añadido este indicador para diferenciarlo del anterior y aclarar que hablar en momentos diferentes sobre una misma pregunta de la prueba, constituye episodios diferentes.

**3)** si cambia el tipo de habla (disputativa, acumulativa o exploratoria – *explicados en el siguiente párrafo*).

Así pues, cuando se da uno de los tres criterios mencionados antes, se cambia de episodio. No se incluyen en los episodios aquellas interacciones que no conciernen al contenido académico (Muhonen *et al.*, 2020). La duración de cada episodio puede variar y se requiere que haya diferentes intercambios entre los miembros del grupo, para poder determinar el tipo de habla. Los criterios utilizados para clasificar los episodios según el tipo de habla se han seleccionado en base a características generales de cada uno de los tres tipos de habla. Según Mercer (2019), estas características genéricas, son:

- Disputativa → Un miembro del grupo no interviene; Un miembro toma decisiones unilaterales; No se llega a acuerdos; Los miembros no aceptan otros puntos de vista.
- Acumulativa → Los alumnos repiten y confirman las ideas de los otros miembros, sin argumentar y sin pedir aclaración; Los miembros del grupo llegan a un acuerdo, aceptando y acumulando ideas sin razonamiento ni argumentación.
- Exploratoria → Los miembros del grupo evalúan, razonan, rebaten y/o respaldan de manera constructiva las ideas de los compañeros; Los alumnos justifican los desacuerdos y plantean hipótesis alternativas; Los miembros del grupo llegan a acuerdos consensuados y argumentados.

Para diferenciar estas características generales de los tipos de habla no ha sido necesaria la transcripción del diálogo, ya que solamente se han tenido en cuenta características macroscópicas de la conversación, y no características más microscópicas. En la tabla 21 se aporta el ejemplo de un episodio disputativo del grupo 13, durante la realización de la prueba de evaluación de conocimientos colaborativa pre. En este episodio están resolviendo la pregunta *G1.1. b)* de la prueba. Se observa como la alumna 2 toma decisiones unilaterales y apunta la respuesta sin llegar a un acuerdo con sus compañeros de grupo. En el video se aprecia como el alumno 3 se queda

dudando y, además, la alumna 1 no interviene en ningún momento ni los compañeros se dirigen a ella.

**Tabla 21.** Ejemplo de episodio disputativo

<i>Alumno</i>	<i>Aportación</i>
2	Si que se pot saber.
3	Mirant el gràfic. Si no, no té sentit.
2	Si, seria ficant tal per tal, ficant palets.
3	Vale
2	Calculant la mitjana, no... La mediana. Es que hi ha dos coses diferents, la mitjana i la mediana són diferents... Es que un gràfic pot ser el gràfic de moltes coses. La mediana, si si. Qui no arrisca no guanya, chicos.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del alumnado.

**Tabla 22.** Tipos de habla por grupos

	Disputativa		Acumulativa		Exploratoria	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Grupo 5	1	0	11	10	2	3
Grupo 15	8	3	8	10	0	1
Grupo 13	3	4	9	9	0	0

**Fuente:** Elaboración propia.

Observamos en la tabla 22 que los dos grupos (5, 15) que mejores resultados grupales post han obtenido y que han seguido unos turnos de palabra equilibrados, son los que presentan habla exploratoria en algún momento. Este tipo de habla es la que favorece la co-construcción y la transformación del conocimiento, y es muy difícil de conseguir, ya que requiere de cierto entrenamiento y tiempo para asimilar esta manera de hablar (Mercer, 2019; Wegerif, 2015). Se caracteriza por la presencia de un intercambio de argumentos de las ideas, de críticas constructivas, y por la demanda de justificación a los compañeros. Aunque no se puedan generalizar los resultados, creemos que no es casualidad que unos buenos resultados de la prueba de evaluación grupal vayan asociados a la presencia del habla exploratoria y una disminución notable del habla disputativa. Es más, en el grupo 5 desaparece el habla disputativa.

Por otro lado, el grupo 13 aumenta el número de episodios de habla disputativa y no presenta ningún episodio de habla exploratoria. Los desacuerdos constantes entre los miembros de este grupo, la falta de interés hacia otros puntos de vista e incluso la

toma de decisiones individuales de alguno de ellos, se reflejan en el resultado negativo de la prueba de evaluación colaborativa.

#### 4. Discusión

A partir de los resultados obtenidos, podemos vincular nuestros hallazgos a la literatura relacionada al presente estudio, para dar respuesta a las cuatro hipótesis planteadas.

Para empezar, comentaremos de forma conjunta las hipótesis 1 y 2.

**HIPÓTESIS 1.** *La intervención educativa, que tiene por objetivo la resolución colaborativa de un reto sobre estadística con tecnología, mejorará el aprendizaje en grupo de estadística.*

**HIPÓTESIS 2.** *El aprendizaje de estadística en grupo presenta una mejora estadísticamente significativa más alta que el aprendizaje individual.*

En primer lugar, se confirma la influencia positiva de la intervención educativa implementada, en el rendimiento académico colaborativo. Los resultados de la prueba de evaluación de aprendizaje grupal son mejores en el momento post intervención, con una diferencia estadísticamente significativa. Si miramos en detalle cada una de las 5 preguntas de la prueba, detectamos una mejora estadísticamente significativa de los ejercicios G1.1, G1.2, G1.3 y el G2\_total. Además, el tamaño del efecto nos indica que las preguntas G1.2 y G1.3 tienen una magnitud grande (Dominguez-Lara, 2018); es decir, que el aprendizaje ha sido mayor en estas dos preguntas en comparación con las otras tres de la prueba. Ambas preguntas están relacionadas con los conceptos de estadística de muestra y población. Se trata de conceptos básicos de estadística, que se han trabajado desde el inicio de la intervención (ver tabla 6 de actividades del proyecto, del estudio 2); interpretamos como positiva la magnitud de este aprendizaje, ya que representa la interiorización de estos conceptos por parte de la mayoría de los participantes. Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios que confirman la influencia de una intervención educativa que utiliza tecnología y favorece un diálogo exploratorio, en la mejora del rendimiento colaborativo (Labonté & Smith, 2022; Nájjar & Morales, 2020; Tenório *et al.*, 2021; Wegerif, 2015). La revisión sistemática de Verschaffel *et al.* (2019) señala resultados positivos en matemáticas en entornos de aprendizaje basados en tecnología.

En segundo lugar, los resultados del momento post intervención son mejores y estadísticamente significativos en ambas pruebas de evaluación, tanto en la individual como en la grupal. No obstante, cuando nos fijamos en el tamaño del efecto, se observa que en la prueba grupal la magnitud es mayor que en la individual. Esto nos indica que el aprendizaje de estadística en grupo es más eficaz que el aprendizaje individual.

Nuestros resultados van en la misma línea que otros estudios, como el de Vance (2021) y el de Eastridge y Benson (2020). Los participantes del estudio de Vance (2021) destacaron por haber aumentado su comprensión de la estadística y del análisis de datos, en virtud del trabajo colaborativo. En la investigación de Eastridge y Benson (2020), los estudiantes consiguieron mejores resultados en la realización de una prueba de evaluación estadística, en pequeño grupo.

En vista del análisis estadístico MANOVA que hemos realizado, podemos afirmar que la mejora de los resultados de la prueba de evaluación se debe, por un lado, al momento de realización de la prueba, y, por otro lado, a la tipología de la prueba. Por lo tanto, concluimos que el alumnado ha obtenido mejores resultados en el momento post debido a la intervención, y también ha obtenido resultados más altos en la prueba colaborativa en comparación con la individual.

Para concluir, destaca el incremento grupal por encima del individual y se refuerza la teoría de Woolley *et al.* (2010), que defiende que la inteligencia colectiva no es la suma de las capacidades individuales, sino que se trata de la habilidad de un grupo para resolver un problema o actividad. El conocimiento que puede generar un grupo al resolver una tarea colaborativamente, no es proporcional al conocimiento individual de cada uno de sus miembros (Riedl *et al.*, 2021). Podemos ilustrar esta conclusión con el ejemplo de numerosos grupos. Concretamente, vemos grupos, como son el 1, 9, 12, 15, 16, 18, 21, 23, 25, 27, 29, 30 o el 32, que a pesar de tener una media de incremento individual negativo o prácticamente imperceptible, presentan un incremento grupal considerable (figura 23). Es más, los grupos 9, 12, 16 y 25 son de los grupos que mayor incremento grupal presentan. Este hallazgo también nos indica, tal como enfatizan Mercer *et al.* (2019) y Wegerif *et al.* (2015), que el aprendizaje colaborativo ayuda a crear un entendimiento más elaborado de la estadística y a construir conocimiento que individualmente los alumnos no han sido capaces. Al abordar los problemas de forma colaborativa ha mejorado la comprensión.

**HIPÓTESIS 3.** *Los grupos con mayor puntuación están formados mayoritariamente por alumnado de sexo femenino.*

Esta tercera hipótesis también se corrobora y los resultados coinciden con los de Riedl *et al.* (2021) y los de Woolley y Aggarwal (2020). Además, de los grupos que han obtenido mayor puntuación post, los miembros de sexo femenino son quienes mayor puntuación individual post presentan. Por lo tanto, consideramos muy importante crear grupos de trabajo mixtos (siempre que las características de la clase lo permitan) para que haya presencia femenina.

Los peores resultados obtenidos por el grupo 13, del análisis más profundo de 3 grupos, nos sugieren que no es suficiente con la presencia de uno de los factores que

influyen en la inteligencia colectiva, sino que es necesaria la combinación de varios factores, tal como comentan Riedl *et al.* (2021). Ponemos de ejemplo este grupo porque entre sus integrantes sí que predomina el sexo femenino, pero los turnos de palabra no son adecuados y tampoco el tipo de habla.

Por último, si volvemos a fijarnos en la figura 25, concretamente en los círculos rojos que señalan a las alumnas, observamos claramente una mayor presencia femenina en los primeros grupos, que justamente son los que mayor puntuación de la prueba evaluativa grupal han obtenido. Hacia la derecha de la figura, advertimos que disminuye el número de mujeres y a la vez, las puntuaciones grupales post también van bajando.

**HIPÓTESIS 4.** *Las interacciones dialógicas influyen en el desarrollo de una tarea grupal.*

La cuarta hipótesis de este estudio explora si las interacciones dialógicas de algunos grupos favorecen el resultado de una tarea colaborativa. Para responder a esta hipótesis, nos centramos en el análisis de las intervenciones de todos los alumnos del grupo (Woolley *et al.*, 2010) y en el tipo de habla que predomina durante la realización de la tarea (Mercer, 2019; Wegerif, 2015). Aunque no podemos generalizar nuestros resultados, estos son favorables y apoyan la hipótesis planteada. Recordar que en relación a la hipótesis 4, nos referimos en todo momento a los tres grupos pequeños que se han grabado en video.

Según Woolley *et al.* (2010), el número de veces que interviene cada alumno de un grupo en la resolución colaborativa de una tarea y la distribución total de los turnos de palabra, inciden en el resultado final. De los tres grupos que hemos analizado en detalle, el grupo que mayor puntuación colaborativa post ha obtenido, presenta una distribución de los turnos de intervención más compensada en comparación con los otros grupos. Este hallazgo concuerda con Sedlacek y Sedova (2017), que sugieren que cuanto más equitativas sean las intervenciones y cuantos más miembros aporten información, mejor será el resultado de la tarea. Efectivamente, en el grupo 13, que ha disminuido su resultado post de la prueba de evaluación grupal, también han disminuido las intervenciones de sus integrantes y una de las alumnas prácticamente ni interviene.

En cuanto al tipo de habla, encontramos habla exploratoria en las interacciones de los grupos 5 y 15, que son los dos grupos que presentan mejores resultados en la prueba grupal. En este sentido, Mercer (2019) y Wegerif (2015) refuerzan nuestro resultado al señalar que este tipo de habla favorece la co-construcción y la transformación del conocimiento. El tercer grupo que se ha grabado en video, el 13, presenta varios episodios de habla disputativa, la mayoría de habla acumulativa y ningún episodio de habla exploratoria. De igual manera, el tipo de habla se refleja en el resultado de la prueba de evaluación colaborativa, ya que han obtenido una puntuación post más baja. Para ser exactos, el peor resultado post se explica por el aumento del

habla disputativa y por una disminución de los turnos de intervención (Sedlacek & Sedova, 2017; Woolley & Aggarwal, 2020).

## 5. Conclusiones y limitaciones

El punto de partida de este último estudio se fundamenta en el concepto de inteligencia colectiva de Woolley *et al.* (2010) y en las interacciones dialógicas de Mercer (2019) y Wegerif (2015). La inteligencia colectiva se entiende como el rendimiento de un grupo de personas que no se explica por las capacidades individuales de cada uno de los miembros, sino por una serie de factores que deben confluír durante la realización del trabajo en grupo. En entornos educativos es clave desarrollar esta inteligencia colectiva y Mercer (2013) propone para ello, fomentar la capacidad de interpensar. La habilidad de interpensar se desarrolla mediante las interacciones dialógicas, a través de las cuales se crea una comprensión del contenido que se comparte entre todos los miembros del grupo (esfera intermental). Además, mediante esta nueva comprensión de la esfera intermental, el alumnado mejora su aprendizaje individual (esfera intramental). Varios estudios, incluso desde la neurociencia (Reinero *et al.*, 2021), coinciden con esta misma idea y sostienen que trabajar en grupos colaborativos mejora la adquisición de conocimientos y el razonamiento individual (Eastridge & Benson, 2020; Liao & Tan, 2021; Mercer *et al.*, 2019; Vance, 2021; Wegerif *et al.*, 2019).

A partir de este fundamento, se ha analizado la evolución del alumnado en las pruebas de evaluación. Se han comparado los resultados pretest y posttest de las pruebas de evaluación, individual y grupal. Con una metodología de análisis mixta, se ha intencionado profundizar en las interacciones dialógicas y otras características de algunos grupos. A continuación, se presentan las conclusiones que se han extraído del cuarto y último estudio de la presente tesis doctoral.

Primero, se ha comprobado la incidencia positiva de nuestra intervención educativa, SPIDAS, en la evolución del aprendizaje colaborativo. Además, a través del tamaño del efecto se evidencia que la magnitud es mayor en la prueba grupal respecto a la prueba individual, que también mejoró debido a la intervención. Por lo tanto, el aprendizaje de estadística es superior cuando se trabaja en grupos colaborativos.

Asimismo, el análisis estadístico MANOVA nos confirma que el incremento de la prueba de evaluación es debido al momento de su realización (pre o post) y a la tipología de la prueba (individual o grupal). A través de un diagrama de cajas (figura 22) se concluye que son los resultados post y grupales los que más favorecen el incremento.

También podemos concluir que el trabajo colaborativo favorece el aprendizaje individual. Es remarcable que todas las integrantes del grupo 5 (resultado grupal

positivo) han superado la puntuación media individual post de toda la clase. De la misma manera, destaca que dos de las alumnas con un mayor incremento individual entre el pretest y el posttest, son de los dos grupos que mayor incremento presentan en el resultado de la prueba de evaluación colaborativa (grupos 3 y 9 de la figura 23). Tal como defiende Mercer (2013) a través de su teoría de “cerebro social”, las alumnas de estos 3 grupos (5, 3, 9) han transferido los conocimientos de la dimensión intermental a la intramental.

Por otro lado, tal como se ha comentado en el marco teórico, los beneficios del trabajo colaborativo no residen solamente en el mero hecho de juntar 3 o 4 alumnos para que resuelvan una tarea juntos. Va más allá, tal como se ha demostrado con el análisis cualitativo más detallado de 3 de nuestros grupos participantes. Para un buen trabajo colaborativo, entre otros factores, la interacción dialógica es relevante (Kazak *et al.*, 2014; Lyons *et al.*, 2021; Mercer *et al.*, 2019), ya que hay que enseñar al alumnado estrategias de colaboración como es el habla exploratoria. Al comparar los tres grupos, a pesar de que los tres han resuelto la prueba de forma colaborativa, los resultados no son los mismos. Los dos grupos (5 y 15) que obtienen una mejor puntuación post, disminuyen su habla disputativa y utilizan más el habla exploratoria. En cambio, el grupo 13 que obtiene peores resultados post, aumenta su habla disputativa, mantiene el habla acumulativa y no presenta ningún episodio de habla exploratoria. El resultado post negativo del grupo 13 también se podría explicar, según Nájjar y Morales (2021) por una menor inteligencia colectiva de este grupo respecto a los grupos 5 y 15. Las autoras sugieren que, para fomentar inteligencia colectiva, se necesita un rol activo del alumnado y la generación de contenido durante el proceso de aprendizaje. Al analizar el video, observamos que los alumnos del grupo 13 no muestran interés ni adoptan un rol activo para realizar la tarea; parece que cada alumno espera que sean los otros dos los que vayan pensando y escribiendo. Además, una de las alumnas prácticamente ni interviene. Con la actitud mostrada, difícilmente podían generar contenido; han resuelto la tarea con el mínimo de reflexión posible.

En relación a la influencia de una mayor proporción de mujeres en los grupos de trabajo, se concluye que los grupos con mayor puntuación grupal son los que tienen una mayor presencia femenina en su composición. De igual manera, las alumnas con los resultados individuales más altos son las que forman parte de los grupos con mayor puntuación post.

En cuanto a las intervenciones (como indicador de inteligencia colectiva) y las interacciones dialógicas, destacamos los siguientes hallazgos: 1) los grupos con una distribución igualitaria y equilibrada de los turnos de intervención, son los que alcanzan mejores resultados, 2) los grupos con menos episodios de habla disputativa y que presentan habla exploratoria, también son los que tienen puntuaciones más altas en la

prueba colaborativa. Aun así, también se necesitan otros factores para el desarrollo de inteligencia colectiva.

Finalmente, al relacionar el tipo de habla y uno de los factores que inciden en la inteligencia colectiva (presencia de mujeres en el grupo), destaca el grupo 5 en el que todos los miembros son chicas y no presentan habla disputativa en el momento post. Para futuras investigaciones, sería interesante relacionar el tipo de habla con los tres factores que según Woolley *et al.* (2010) favorecen la inteligencia colectiva, que son: 1) sensibilidad social, 2) distribución igualitaria de los turnos de intervención, y 3) el número de mujeres en el grupo.



## **CAPÍTULO VIII.**

---

### **Conclusiones finales**

En este último capítulo, presentamos una síntesis de las conclusiones de los cuatro estudios en los que se ha dividido el trabajo de investigación. También exponemos las limitaciones que consideramos que tiene nuestro trabajo, las contribuciones que aporta a la educación y, por último, se proponen las futuras líneas de investigación que ampliarán la investigación de esta tesis doctoral.

## 1. Conclusiones

Esta tesis doctoral contribuye a la mejora de las actitudes y del rendimiento académico individual y grupal del alumnado, en el aprendizaje de la estadística. Además, cabe señalar la validez ecológica del estudio en virtud del ambiente natural en el que se ha desarrollado. Según Wopereis y van Merriënboer (2011), nuestro estudio aporta una considerable validez ecológica debido al hecho de haber analizado al alumnado en sus clases habituales dentro de su instituto, con sus profesores y compañeros, en lugar de haber llevado a cabo una investigación en un entorno más controlado a nivel experimental. De esta manera, se otorga más valor a los resultados obtenidos y también una mayor generalización de los mismos y de sus conclusiones.

Para ello, la investigación se ha organizado en cuatro estudios y a continuación, se presentan las conclusiones vinculadas a los objetivos generales planteados en cada estudio.

### Estudio 1

El estudio 1 ha concluido con la aportación de un cuestionario, en español, que evalúa las actitudes del alumnado de secundaria hacia la estadística con uso de tecnología. El objetivo del estudio era describir el proceso de elaboración del cuestionario y aportar su experiencia exploratoria de validación, que se ha logrado satisfactoriamente a través de los siguientes análisis estadísticos:

- Validez de contenido. Se ha alcanzado un consenso sobre los ítems que forman el cuestionario a través de un juicio de expertos (Bernal-García *et al.*, 2018), con un índice de validez de contenido igual o superior a 0,75 en todos los ítems.
- Validez en función de la estructura interna. Se ha corroborado la adecuación de los ítems al constructo teórico con la realización de un análisis factorial exploratorio (Vaingankar *et al.*, 2012). El modelo que mejor se ajustó a los datos está compuesto por 16 ítems y 3 factores (ansiedad, aprendizaje de estadística con tecnología, afecto).
- Fiabilidad y consistencia interna de la escala. Se ha analizado la consistencia interna del cuestionario y la consistencia interna de cada factor, con el análisis de Alfa de Cronbach. La fiabilidad del cuestionario ha resultado alta, con  $\alpha = 0.83$ ; la del factor “ansiedad” es  $\alpha = 0.83$ ; la del factor “aprendizaje de estadística con tecnología” es  $\alpha = 0.76$ , y la del factor “afecto” es  $\alpha = 0.77$ .

### Estudio 2

El segundo estudio tenía como objetivo analizar el impacto de la participación del alumnado en una intervención educativa que promueve y mejora su toma de decisiones basada en la indagación científica de datos y con el uso de la tecnología, en sus actitudes hacia el aprendizaje de la estadística. Con un enfoque cuasi-experimental, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se confirma que la intervención basada en la resolución de un proyecto de análisis de datos, con trabajo colaborativo y mejorado con uso de tecnología, mejora las actitudes del alumnado hacia la estadística. El incremento de mejora de las actitudes es estadísticamente significativo y superior en el grupo experimental, a diferencia del grupo control, que ha seguido una intervención tradicional. Es más, en el grupo control no ha habido un impacto positivo en las actitudes del alumnado. Las características del proyecto SPIDAS ofrece al alumnado estrategias estadísticas y digitales para que sepan usar los datos con el fin de abordar problemas de la vida real.
- En cuanto a la mejora de los tres factores del cuestionario de actitudes, los resultados arrojan que el alumnado del grupo experimental ha disminuido de forma significativa su *ansiedad* hacia la estadística, después de la intervención. En relación al factor *afecto*, el grupo experimental ha obtenido resultados positivos y una mejora superior y estadísticamente significativa respecto del grupo control. Los estudiantes que han seguido la intervención SPIDAS, han aumentado su motivación hacia la estadística y su comprensión de la asignatura. Por último, referente al factor *aprendizaje de estadística con tecnología*, la conclusión también es favorable. El alumnado del grupo experimental ha obtenido una mejora estadísticamente significativa en cuanto a su actitud hacia el aprendizaje de estadística con uso de tecnología.

### Estudio 3

En el tercer estudio, que ha seguido un proceso de investigación de estudio de caso, se ha profundizado en los resultados del grupo experimental y se ha estudiado el impacto de las actitudes en el rendimiento académico de la estadística. Se constata que:

- La intervención SPIDAS ha aportado mejoras en la competencia de análisis de datos del alumnado. En el momento post-intervención, los resultados de la prueba de evaluación de contenido se han incrementado.
- Las actitudes del alumnado correlacionan de forma estadísticamente significativa con el aprendizaje de la estadística. Por lo tanto, actitudes positivas hacia la asignatura llevan a un mayor rendimiento académico.

#### Estudio 4

En el cuarto y último estudio se ha utilizado un enfoque de estudio de caso y el método mixto de análisis de datos, para analizar, por un lado, los resultados de la prueba colaborativa y, por otro lado, la influencia de la inteligencia colectiva y de las interacciones grupales en el desarrollo de la tarea grupal. En base a esto, se concluye que:

- La intervención educativa SPIDAS, implementada en esta tesis doctoral, ha influido en la mejora del aprendizaje colaborativo.
- El aprendizaje de estadística ha resultado superior cuando el alumnado ha trabajado en grupos de forma colaborativa y en el momento postest.
- El trabajo colaborativo favorece el aprendizaje individual de estadística.
- El tipo de habla que predomina durante la realización de una tarea grupal, incide en el resultado final. Los grupos que han mostrado episodios de habla exploratoria, han obtenido puntuaciones más altas.
- Respecto a los turnos de habla de los miembros de un grupo, que es uno de los indicadores de inteligencia colectiva, se hallan más intervenciones y con una distribución más equilibrada en los grupos con mejores resultados de la tarea grupal.
- En cuanto al otro indicador de inteligencia colectiva que se ha analizado en este estudio, es la incidencia de una mayor proporción de mujeres en los grupos de trabajo. Se confirma esta influencia, al ser los grupos formados por un número más alto de alumnas que de alumnos, los que obtienen mejores resultados.

#### **1.1. Implicaciones educativas de la investigación**

La presente tesis doctoral ha generado resultados favorables que aportan varias contribuciones a la comunidad científica. A continuación, se detallan estas aportaciones, relacionadas con el estudio en el que surgen.

#### Estudio 1

El cuestionario de actitudes hacia la estadística es una aportación innovadora, ya que su creación ha sido impulsada por la ausencia de un instrumento en castellano que evalúe la actitud del alumnado ante el aprendizaje de la estadística mediado por tecnología. La validación de este cuestionario conlleva distintas aportaciones para la comunidad educativa. Los resultados favorables de su validación exploratoria, nos permiten reconocer el cuestionario como una herramienta válida para que el profesorado obtenga información relevante sobre los procesos de aprendizaje de su alumnado: 1) cómo las actitudes afectan el aprendizaje, 2) especial atención a las actitudes negativas hacia la estadística, y 3) si el alumnado percibe la tecnología como

una herramienta facilitadora de su aprendizaje. Conocer estos aspectos proporciona información clave al profesorado y a la comunidad científica, para que se puedan hacer los cambios pertinentes para una mejor adaptación de los métodos de enseñanza de la estadística, en base a las necesidades y características del alumnado. En definitiva, el cuestionario de actitudes hacia la estadística con uso de tecnología, hace las siguientes cuatro aportaciones:

- Resuelve el vacío que había en la bibliografía respecto a la inexistencia de un cuestionario validado en español que nos brinde información sobre las actitudes del alumnado de educación secundaria hacia el aprendizaje de la estadística a través de recursos tecnológicos.
- Aporta información relevante que posibilite la inclusión de las potencialidades de la tecnología como herramienta cognitiva y social capaz de facilitar el aprendizaje de la estadística.
- Contribuye con evidencias empíricas que permitan impulsar la innovación en la enseñanza-aprendizaje de la estadística.
- Enriquece el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística y mejora la percepción del alumnado sobre su utilidad.

### Estudio 2

La tesis aporta una intervención educativa innovadora, basada en metodologías que no habían sido combinadas anteriormente. Se detalla el diseño, la implementación y la evaluación de la intervención caracterizada por un aprendizaje basado en proyectos, colaborativo, basado en datos, y mejorado por tecnología. Al analizar el impacto de esta intervención en las actitudes del alumnado hacia la estadística, se ha confirmado que la ansiedad ha disminuido después de la intervención y, además, que gracias al uso de tecnología comprenden mejor el contenido. Este resultado aporta información valiosa para la mejora de la enseñanza de la estadística.

### Estudio 3

En el tercer estudio se concluye que el factor *afecto* de las actitudes muestra una correlación positiva y significativa con el aprendizaje. Esta relación nos indica la importancia que tiene que el alumnado comprenda la utilidad y aplicabilidad del contenido estadístico a la vida real, para un mayor rendimiento académico. 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 motiva al alumnado.

#### Estudio 4

Los resultados positivos que apoyan el uso de trabajo colaborativo, son importantes para que el profesorado conozca sus beneficios y las características de esta metodología. Esto les ayudará a hacer una implementación eficaz del trabajo colaborativo en sus clases, ya que no es suficiente con la distribución del alumnado en grupos pequeños. Además, nuestros resultados confirman que el trabajo colaborativo favorece el aprendizaje individual.

El hecho demostrado por nuestros resultados y que además va en la misma línea que el estudio de Woolley *et al.* (2010), de que una proporción alta de mujeres en los grupos está relacionada con un mayor rendimiento, nos indica la importancia de que siempre que sea posible, se incluyan chicas en todos los grupos de trabajo. Esta información da pistas al profesorado sobre cómo distribuir a su alumnado para un mayor éxito del trabajo colaborativo.

También se demuestra la influencia positiva en el resultado final, de un número mayor de intervenciones, equilibradas, entre todos los miembros del grupo y el uso del habla exploratoria durante la realización de tareas colaborativas. Estos aspectos informan al profesorado sobre la importancia de enseñar al alumnado estrategias de comunicación, para que estos puedan trabajar y mejorar su aprendizaje gracias a unas fructíferas interacciones dialógicas.

Finalmente, destacar los múltiples aspectos positivos que han aportado las nuevas tecnologías para el aprendizaje de la estadística. En la intervención SPIDAS se han utilizado diferentes tecnologías, interactivas y sincrónicas, que han ayudado al alumnado a explorar, interpretar y comprender datos para resolver un problema real. Las características que enfatizamos son las siguientes (Pifarré, 2019):

- **Accesibilidad** a las ideas de los otros miembros de grupo. Las aportaciones que hacen los compañeros del grupo se recogen en la pantalla. Las aplicaciones de Google Drive permiten el acceso a espacios multiusuario compartidos.

- **Conectividad**. La facilidad de acceder a los programas o aplicaciones, a través de internet o conexión Wi-Fi.

- **Visibilidad** simultánea de las ideas compartidas para todos los miembros. El hecho de poder ver en tiempo real las ideas escritas por los compañeros, ayuda a mantener una atención simultánea en la tarea y las ideas compartidas.

- **Interactividad y respuesta inmediata** a las contribuciones de los compañeros. El hecho de poder contestar enseguida a las ideas de los compañeros, contribuye a una mejor comunicación. La nueva forma de comunicación que permite la tecnología, puede ayudar a que todos los estudiantes del grupo participen de forma significativa en las discusiones y en la aportación de ideas; incluso aquellos que de otra forma no participarían, por ejemplo, por timidez. El hecho de estar expuestos a diferentes perspectivas, los alumnos aprenden a tener en cuenta otros puntos de vista (Major *et al.*, 2018). En las conversaciones sin tecnología, puede pasar que en algún momento haya alumnos que suban el tono de voz o no respeten los turnos de palabra, “tapando” y pasando por alto de esta manera las ideas de otros compañeros. En definitiva, las tecnologías empleadas (dibujos de Google, documentos de Google, formularios de Google, presentaciones de Google) han ayudado a nuestro alumnado a mejorar el trabajo colaborativo y las discusiones dialógicas.

- **Manipulación directa** de los archivos/trabajo compartido. CODAP permite jugar con los datos y manipular conceptos complejos. Las aplicaciones de Google Drive permiten la manipulación simultánea de archivos y/o texto compartido, que ayuda al alumnado a crear una comprensión compartida. La manipulación de imágenes en pantallas interactivas ayuda al desarrollo del pensamiento y del diálogo grupal (Major *et al.*, 2018).

- **Representación multimodal**, que permite una comprensión más profunda de las ideas. A través de CODAP, han cambiado de un lenguaje matemático a un lenguaje de gráficos, ya que el software traduce los datos de Excel a gráficos. La representación, visualización y manipulación de los datos con CODAP estimula al alumnado a aprender a partir de datos complejos (Major *et al.*, 2018). CODAP ha ayudado al alumnado a organizar los datos de su investigación, manipularlos, crear gráficos y analizarlos.

- **Tangibilidad** de la información. CODAP promueve el razonamiento y las inferencias explícitas, que enriquece los conocimientos del alumnado.

- **Provisional**, porque toda la información del espacio digital compartido puede ser modificada en cualquier momento. Esta acción promueve la evolución del aprendizaje, ya que el alumnado puede interactuar y reflexionar sobre las ideas de los compañeros y elaborar otros posibles resultados que se pueden analizar en diferentes momentos.

- **Estabilidad**, ya que toda la información compartida puede ser guardada. Las aplicaciones de Google Driven guardan el trabajo realizado automáticamente. Además, el hecho de que la información sea provisional, tal como se ha comentado antes, no es un problema; Google Drive guarda el historial de todas las acciones realizadas.

- **Reutilización**, ya que la información se puede reusar y visitar con el tiempo. Tanto la información modificada/eliminada, como el trabajo final que el alumnado desea guardar, se puede recuperar y reutilizar.

No podemos acabar este apartado sin antes nombrar las tecnologías que actualmente están en auge, que son las que incorporan inteligencia artificial. A nivel de educación, permitirán una interacción más personalizada con el alumnado. Por ejemplo, proporcionarán más independencia a los grupos de trabajo ya que ofrece información a tiempo real. Como ejemplo concreto relacionado al aprendizaje de la estadística, la inteligencia artificial proporcionaría al alumnado definiciones amplias sobre conceptos estadísticos (sin necesidad de buscar en diversas webs) e incluso video tutoriales sobre cómo realizar diferentes tipos de gráficos. Será fundamental que el profesorado aprenda a incorporar la inteligencia artificial como una herramienta que complemente su trabajo en el aula y que sea una ayuda para el alumnado, de manera que no reemplace las interacciones entre profesor-alumno ni entre alumnos. Para ello, será fundamental realizar investigaciones que aporten evidencia científica sobre cómo aprovechar de la manera más óptima las oportunidades que ofrece la inteligencia artificial para mejorar los procesos educativos.

## 2. Limitaciones y futuras líneas de investigación

Después de presentar las conclusiones principales de esta tesis doctoral y las implicaciones educativas de nuestra investigación, se exponen a continuación las limitaciones que identificamos, asociadas a los cuatro estudios de la tesis.

### Estudio 1

La validación del cuestionario es exploratoria debido al número de la muestra. Una muestra más amplia nos permitiría validar el instrumento y mejorar la generalización de los resultados. Para futuras investigaciones se sugiere analizar la validez externa y se propone contrastar los resultados del EFA obtenidos en este estudio con otras muestras: estudiantes de otros cursos de Educación Secundaria, Bachillerato e incluso con estudiantes de Universidad. También sería interesante relacionar el instrumento con otras variables como, por ejemplo, rasgos de personalidad.

### Estudio 2

Una limitación de la intervención educativa planteada es el tiempo. Se requiere más tiempo para que los estudiantes aprendan a seguir la metodología de aprendizaje implementada como, por ejemplo, interiorizar las normas para realizar un buen trabajo colaborativo. Para ello, también ayudaría implementar la intervención SPIDAS en todas las asignaturas curriculares y mantenerla en el tiempo, no solamente para un temario o clases determinadas. Por lo tanto, como perspectiva de futuro, sería interesante poder llevar a cabo un estudio longitudinal, para investigar si la metodología de trabajo presentada es la correcta para cambiar tendencias y mejorar la enseñanza de la



estadística. En tan poco tiempo, es difícil conseguir cambiar totalmente la percepción y actitudes que tiene el alumnado de las matemáticas. Se requiere más tiempo y un trabajo continuado, de todas las asignaturas curriculares, para que los estudiantes se habitúen a las metodologías seguidas en el presente estudio. Estas metodologías requieren una alta implicación cognitiva por parte de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Ge & Chua, 2019).

Otro aspecto importante es el nivel educativo de la muestra, ya que ha sido el primer contacto que han tenido con la asignatura de estadística. En la intervención llevada a cabo, el alumnado ha experimentado múltiples novedades: el contenido, la metodología de trabajo, el software de análisis de datos CODAP... Aun así, subrayar que se observa una tendencia positiva y prometedora. Para futuras investigaciones, se propone implementar la misma intervención con alumnado de cursos académicos más avanzados, que lleven varios cursos estudiando estadística.

También hay que tener en cuenta para futuras intervenciones, si la realización de un *focus group* nos puede aportar más información o aclaraciones a los resultados relacionados con las actitudes hacia la estadística. En el presente estudio, nos hubiera ayudado a corroborar si la ansiedad que sigue percibiendo parte del alumnado es de un nivel bajo y saber si es, en cierto modo, positiva, de manera que les mantiene motivados para seguir esforzándose en comprender la estadística (Çiftçi, 2015).

Para futuras investigaciones, además, se considerarán otros centros con diferente nivel socioeconómico.

### Estudio 3

Una limitación que detectamos y que tendremos en cuenta 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. Enseñar al alumnado a resolver de forma óptima pruebas de evaluación, podría reducir las actitudes negativas hacia los exámenes (Dodeen *et al.*, 2014). Hemos hallado esta limitación al pensar en posibles factores que expliquen por qué la correlación entre la actitud del alumnado hacia la estadística y el resultado académico de la materia no ha resultado mayor en nuestro estudio. Aparte de las habilidades del alumnado para resolver pruebas evaluativas, hemos pensado en otros factores que pueden influir en el rendimiento académico, como son: muestra pequeña, el clima escolar o de clase, 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. En futuras intervenciones, habría que buscar esta correlación entre actitudes y rendimiento en cursos académicos superiores, por ejemplo, en alumnado de bachillerato.

#### Estudio 4

Una limitación del estudio es el hecho de no haber podido recabar la grabación en video de todos los grupos pequeños de trabajo que han participado en el estudio, para poder comparar las interacciones dialógicas y la presencia o ausencia de factores que inciden en la inteligencia colectiva, en cada uno de ellos. Sería interesante poder hacer en un futuro este análisis cualitativo de todos los grupos pequeños de trabajo de una misma clase.

Otra limitación de nuestro estudio es que no hemos podido evaluar la percepción social de nuestra muestra. Siguiendo el estudio de Woolley y Aggarwal (2020), la influencia positiva del sexo femenino en los grupos con mayor rendimiento, se debe en parte a la mayor sensibilidad social que presentan las mujeres a diferencia de los hombres. Nos hubiese ayudado a saber, por ejemplo, si las alumnas de los grupos que no han obtenido buenos resultados post, presentan una baja sensibilidad social. Tener una valoración de la sensibilidad social también nos hubiera aclarado las dudas que genera el siguiente hallazgo del estudio: *las alumnas con los resultados individuales más altos son las que forman parte de los grupos con mayor puntuación post*. La duda que nos plantea es si las puntuaciones altas de los grupos con mayor presencia de alumnas se deben simplemente a un mayor conocimiento individual de estas alumnas, o a una mayor sensibilidad social como sugiere el estudio de Woolley y Aggarwal (2020). Para futuras investigaciones, hay que incluir todos los indicadores de inteligencia colectiva, siendo uno de ellos la sensibilidad social, y comparar los resultados obtenidos con los tipos de habla que presentan los grupos.

Al ser un estudio de caso, presenta una baja validez poblacional. No obstante, esta misma razón beneficia a la validez ecológica del estudio por haber desarrollado la investigación en un ambiente natural, que permite una mayor generalización de los resultados y sus conclusiones en contextos reales (Wopereis & van Merriënboer, 2011). En esta línea, sería interesante implementar la propuesta en otra etapa educativa y/o con otros contenidos curriculares.

Para realizar las dos pruebas de evaluación, individual y grupal, no se ha tenido en cuenta el orden. Teniendo en cuenta los resultados del estudio de Eastridge y Benson (2020), para futuras investigaciones se debería realizar primero la prueba colaborativa y disponer de un grupo control que resuelva primero la prueba individual y después la

grupal. De esta manera, podríamos comprobar si los resultados de la prueba individual mejoran notablemente en el grupo experimental en comparación con el grupo control.

También se plantea como futura línea de investigación analizar cuáles son las competencias de análisis de datos que más han mejorado los estudiantes; tanto a nivel individual como grupal.

A pesar de las limitaciones presentadas, consideramos que esta tesis contribuye con aportaciones valiosas para la mejora de la enseñanza de la estadística, como son el cuestionario para evaluar las actitudes del alumnado y la metodología innovadora que facilita su aprendizaje.



## **Referencias bibliográficas**

---

- Abín, A., Núñez, J. C., Rodríguez, C., Cueli, M., García, T., & Rosário, P. (2020). Predicting mathematics achievement in secondary education: The role of cognitive, motivational, and emotional variables. *Frontiers in Psychology, 11*:876, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00876>
- Abu-Hilal, M. M., & Al Abed, A. S. (2019). Relations among engagement, self-efficacy, and anxiety in mathematics among Omani students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 17*(48), 241–266. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v17i48.2182>
- Ajisuksmo, C. R. P., & 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>
- Alarcón, J. G. C. (2019). Una aproximación a los métodos y multimétodos para la investigación educativa en la postmodernidad. *Dialéctica, 1*(15), 447-466.
- Albarracín, B. C. (2014). *La potencialidad del blog para el desarrollo del diálogo reflexivo: un estudio empírico en la Formación Profesional*. (Tesi inédita de doctorat). Universitat de Lleida.
- Albelbisi, N. A., & 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.
- Al-Mutawah, M. A., & 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>
- Alvis-Puentes, J. F., Aldana-Bermúdez, E., & Caicedo-Zambrano, S. J. (2019). Los ambientes de aprendizaje reales como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 10*(1), 135-147. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10018>

- Anastasiadou, S. D. (2011). Reliability and Validity Testing of a New Scale for Measuring Attitudes Toward Learning Statistics with Technology. *Acta Didactica Napocensia*, 4(1), 1–10. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1054957.pdf>
- Anderson, S., Auquier, A., Hauck, W., Oakes, D., Vandaele, W., & Weisberg, H. (1980). *Statistical Methods for Comparative Studies: Techniques for Bias Reduction (Vol. 38)*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Andrade, E., & Chacón, E. (2018). Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida. *Pulso*, 41, 251-267.
- Anıl, Ö., Batdı, V., & Küçüközer, H. (2018). The effect of computer-supported education on student attitudes: A meta-analytical comparison for the period 2005-2015. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 18(1), 5–22. <https://doi.org/10.12738/estp.2018.1.0285>
- Ashaari, N. S., Judi, H. M., Mohamed, H., & Wook, M. T. (2011). Student's attitude towards statistics course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 18, 287-294. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.041>
- Attard, C., & Holmes, K. (2020). “It gives you that sense of hope”: An exploration of technology use to mediate student engagement with mathematics. *Heliyon*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02945>
- Avcı, E., & Coşkuntuncel, O. (2019). Middle school teachers’ opinions about using Vustat and Tinkerplots in the data processing in middle school mathematics. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 9(1), 01-36. <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2019.001>
- Badilla-Quintana, M.G., Cortada-Pujol, M., & Riera-Romaní, J. (2011). Internet navigation and information search strategies: how do children are influenced by their participation in an intensive ICT project. *International Journal of Technology and Design Education*, 22, 513-529.
- Baglama, B., & Yucesoy, Y. (2019). Using technology for improving attitudes of students with intellectual disability towards mathematics. *Revista San Gregorio*, (36), 351-360.
- 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>

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42(2), 241-251.  
<https://doi.org/10.1017/S0021963001006643>

Barrios, S. M. C. (2021). El enfoque multimétodo como opción para abordar la investigación educativa. *Gaceta de Pedagogía*, 40, 203-217.

Barron, B. (2003). When smart groups fail. *The journal of the learning sciences*, 12(3), 307-359.

Batanero, C., & Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Universidad de Granada.

Bateiha, S., Marchionda, H., & 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>

Berkowitz, R., Moore, H., Astor, R. A., & Benbenishty, R. (2017). A research synthesis of the associations between socioeconomic background, inequality, school climate, and academic achievement. *Review of Educational Research*, 87(2), 425-469.  
<https://doi.org/10.3102/0034654316669821>

Bernal-García, M. I., Jiménez, D. R. S., Gutiérrez, N. P., & Mesa, M. P. Q. (2018). Validez de contenido por juicio de expertos de un instrumento para medir percepciones físico-emocionales en la práctica de disección anatómica. *Educación Médica*, 21(6), 349-356. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.08.008>

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 & E. Molina (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en [www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html](http://www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html)

Biehler, R., Ben-Zvi, D., Bakker, A., & Makar, K. (2013). Technology for Enhancing Statistical Reasoning at the School Level. In M. A. Clements, A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K. S. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 643-689): Springer.



- Bray, A., & 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>
- Burgués, C., & Sarramona, J. (eds.) (2017). *Competències bàsiques de l'àmbit matemàtic. Identificació i desplegament a l'educació secundària obligatòria*. Generalitat de Catalunya - Direcció General d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat. <https://educacio.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccions/competencies-basiques/eso/ambit-matematic.pdf>
- Cabero A. J., & Llorente C. M. D. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Eduweb*, 7(2), 11-22.
- Cádiz, M. M. M., Cáceres, É. B., Parra, S. J. C., & Pabón, N. D. (2022). El enfoque multimétodo para evaluar un modelo pedagógico. *New Trends in Qualitative Research*, 12, e718-e718.
- Camacho, X. G. O., Martínez, S. J. R., & 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>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. En N. L. Gage (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 171-246). Rand McNally.
- Cantero, J. M. M., Arias, M. A., & 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>
- Cantero, J. M. M., & Vázquez, M. D. M. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las matemáticas en alumnos de ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), 209-226.
- Carver, R., College, S., Everson, M., & Ohio, T. (2016). Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) in Statistics Education (GAISE) in Statistics Education. July, 1–141.

- Casey, S., Hudson, R., Harrison, T., Barker, H., & Draper, J. (2020). Preservice teachers' design of technology-enhanced statistical tasks. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(2), 269-292.
- Cetin, Y., Mirasyedioglu, S., & Cakiroglu, E. (2019). An inquiry into the underlying reasons for the impact of technology enhanced problem-based learning activities on students' attitudes and achievement. *Eurasian Journal of Educational Research*, 19(79), 191-208. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.79.9>
- Chang, Y., & Brickman, P. (2018). When group work doesn't work: Insights from students. *CBE—Life Sciences Education*, 17(3), 1-17. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-09-0199>
- Chaves, V. E. J., & 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., & 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>
- Chong, F. M. S., Shahrill, M., & Li, H.-C. (2019). The integration of a problem-solving framework for Brunei high school mathematics curriculum in increasing student's affective competency. *Journal on Mathematics Education*, 10(2), 215-228.
- Ciftci, S. K. (2015). Effects of Secondary School Students' Perceptions of Mathematics Education Quality on Mathematics Anxiety and Achievement. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1487-1501. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.6.2829>
- Ciftci, S. K., Karadag, E., & 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., & Estrada, A. (2017). Estudio de las actitudes hacia la estadística en estudiantes de psicología. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31, 479-496.

- Cujba, A., & Pifarré, M. (2024). Validación exploratoria de un cuestionario de actitudes hacia la estadística con tecnología. *Campus Virtuales*, 13(1), 47-58. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1266>
- Dalen, D. B. V., & Meyer, W. J. (1983). *Manual de técnica de la investigación educacional*. Paidós Ibérica.
- da Silva, H. A., & Moura, A. S. (2020). Teaching Introductory statistical classes in medical schools using RStudio and R statistical language: evaluating technology acceptance and change in attitude toward statistics. *Journal of Statistics Education*, 28(2), 212-219. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1773354>
- Díaz-Levicoy, D., Batanero, C., Arteaga, P., & 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., & 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., & 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>
- Dominguez-Lara, S. (2018). Magnitud del efecto, una guía rápida. *Educación médica*, 19(4), 251-254. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.07.002>
- Dowker, A., Cheriton, O., Horton, R., & 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>
- Dunbar, R. I. (1998). The social brain hypothesis. *Evolutionary Anthropology. Issues, News, and Reviews*, 6(5), 178-190.
- Eastridge, J. A., & Benson, W. L. (2020). Comparing two models of collaborative testing for teaching statistics. *Teaching of Psychology*, 47(1), 68-73. <https://doi.org/10.1177/0098628319888113>

- Emmioğlu, E. S. M. A., & Capa-Aydin, Y. E. S. I. M. (2012). Attitudes and achievement in statistics: A meta-analysis study. *Statistics education research journal*, 11(2), 95-102.
- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44-49. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.213>
- Escalera-Chávez, M. E., & Rojas-Kramer, C. A. (2019). Anxiety towards Mathematics: A Case of Study in High-School Students. *European Journal of Contemporary Education*, 8(1), 128-135. <https://doi.org/10.13187/ejced.2019.1.128>
- Eyyam, R., & Yaratan, H. S. (2014). Impact of use of technology in mathematics lessons on student achievement and attitudes. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 42(1), 31-42. <https://doi.org/10.2224/sbp.2014.42.0.s31>
- Fernández-Cárdenas, J. M. (2009). *Aprendiendo a escribir juntos: Multimodalidad, conocimiento y discurso*. UANL.
- Ferrando, P. J., & Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 18-33.
- Ferreira, M. C. E., & Teixeira, L. M. (2021). Statistics education from the perspective of statistical literacy: Reflections taken from studies with teachers. *The Mathematics Enthusiast*, 18(3), 612-640. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1538>
- Fiedler, K., & Bless, H. (2001). *Social cognition: The construction of social reality*. Psychology Press.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata.
- Franco C., J., & Alsina P., Á. (2022). El conocimiento del profesorado de Educación Primaria para enseñar estadística y probabilidad: una revisión sistemática. *Aula abierta*, 51(1), 7-16. <https://doi.org/10.17811/rifie.51.1.2022.7-16>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D. S., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A curriculum framework for K-12 statistics education*. American Statistical Association.

- 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>
- Frischemeier, D., Biehler, R., Podworny, S., & Budde, L. (2021). A first introduction to data science education in secondary schools: Teaching and learning about data exploration with CODAP using survey data. *Teaching Statistics*, 43(1), 182-189. <https://doi.org/10.1111/test.12283>
- Frischemeier, D., Kazak, S., Leavy, A., Meletiou-Mavrotheris, M., & Papanastasiou, E. (2022). International perspectives on early statistical thinking: comparison of primary school curricula in different countries. In S. A. Peters, L. Zapata-Cardona, F. Bonafini, A. Fan (Eds.), *Bridging the Gap: Empowering & Educating Today's Learners in Statistics*. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Teaching Statistics (ICOTS11 2022). <https://doi.org/10.52041/iase.icots11.T2E1>
- Fujita, T., Kazak, S., Turmo, M. P., & Mansour, N. (2018). Strategic partnership for Innovative in Data Analytics in Schools.
- Gal, I., & Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2), 1-16. <https://doi.org/10.1080/10691898.1994.11910471>
- Gallardo, E. E. (2017). *Metodología de Investigación: manual autoformativo interactivo*. Universidad Continental.
- García-Fernández, J. M., Inglés, C. J., Martínez-Monteagudo, M. C., Marzo, J. C., & Estévez, E. (2011). Inventario de Ansiedad Escolar: validación en una muestra de estudiantes de Educación Secundaria. *Psicothema*, 23(2), 301-307.
- García-Martín, S., & 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>
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International statistical review*, 75(3), 372-396. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x>

- Ge, X., & Chua, B. L. (2019). The role of self-directed learning in PBL: Implications for learners and scaffolding design. *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning*, 367-388.
- Ghasemi, E., & 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>
- Goldin, G. A., Hannula, M. S., Heyd-Metzuyanim, E., Jansen, A., Kaasila, R., Lutovac, S., Di Martino, P., Morselli, F., Middleton, J. A., Pantziara, M., & Zhang, Q. (2016). *Attitudes, beliefs, motivation and identity in mathematics education: An overview of the field and future directions*. Springer Nature.
- 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., & Trelles, C. (2019, October). Mathematical modeling and Tinker Plots in solving problems. In *2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)* (pp. 367-374). IEEE. <https://doi.org/10.1109/LACLO49268.2019.00068>
- Grist, A. (2009). *The High Heeled Guide to Enlightenment*. John Hunt Publishing.
- Guerrero, J. J., Cortez, S. L., & 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.
- Guiral, A. (2017). *Aprenentatge dialògic de les ciències per indagació amb suport de tecnologia 2.0: un estudi en la formació inicial del professorat*. [Tesis inédita de doctorado, Universitat de Lleida]. TDX Tesis Doctorals en Xarxa. <https://www.tdx.cat/handle/10803/461185#page=1>
- Haatainen, O. M., & 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>

- Hammond, M. (2005). A review of recent papers on online discussion in teaching and learning in higher education. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 9(3), 1-16.
- Hannula, M. S. (2011). The structure and dynamics of affect in mathematical thinking and learning. In *Cerme 7* (pp. 34-60). University of Rzeszów.
- Henerson, M.E., Lyons, L., & Taylor, C. (1987). *How to measure attitudes*. University of California. Sage Publications.
- Hennessy, S., Howe, C., Mercer, N., & Vrikki, M. (2020). Coding classroom dialogue: Methodological considerations for researchers. *Learning, Culture and Social Interaction*, 25, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100404>
- Henschel, S., & Roick, T. (2017). Relationships of mathematics performance, control and value beliefs with cognitive and affective math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 55, 97-107. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.03.009>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Huang, T. C., Huang, Y. M., & Yu, F. Y. (2011). Cooperative weblog learning in higher education: its facilitating effects on social interaction, time lag, and cognitive load. *Educational Technology & Society*, 14(1), 95–106.
- Hwa, S. P. (2018). Pedagogical change in mathematics learning: Harnessing the power of digital game-based learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(4), 259–276.
- Ingram, N. (2015). Students' relationships with mathematics: affect and identity. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- Jové, R. (2016). *Anàlisi de les interaccions dialògiques entre docent i alumnes d'educació Primària per al desenvolupament de processos d'aprenentatge col·laboratiu en una Wiki*. (Tesi inédita de doctorat). Universitat de Lleida.
- Judd, C. M., & Kenny, D. A. (1981). *Estimating the Effects of Social Intervention*. Cambridge University Press.
- Kapitanoff, S., & Pandey, C. (2018). Collaborative testing in statistics: Group interaction, anxiety, and class performance. *Statistics Education Research Journal*, 17(2), 51-67. <https://doi.org/10.52041/serj.v17i2.158>

- Kazak, S., Fujita, T., & Pifarré, M. T. (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., & 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 9<sup>th</sup> International Conference on Teaching Statistics (ICOTS 9)*. USA.
- Kharuddin, A. F., & 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>
- Knight, S., & Mercer, N. (2015). The role of exploratory talk in classroom search engine tasks. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(3), 303-319. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2014.931884>
- Koparan, T., & Güven, B. (2014). The effect of project based learning on the statistical literacy levels of student 8<sup>th</sup> grade. *European Journal of Educational Research*, 3(3), 145-157. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.3.3.145>
- Krajka, J. (2021). Non-native teachers investigating new Englishes: Is data-driven teaching a part of 21<sup>st</sup> century digital literacy?. *Aula Abierta*, 50(2), 585-592. <https://doi.org/10.17811/rifie.50.2.2021.585-592>
- Labonté, C., & Smith, V. R. (2022). Learning through technology in middle school classrooms: Students' perceptions of their self-directed and collaborative learning with and without technology. *Education and Information Technologies*, 27, 6317-6332. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10885-6>
- Lalayants, M. (2012). Overcoming graduate students' negative perceptions of statistics. *Journal of Teaching in Social Work*, 32(4), 356-375. <https://doi.org/10.1080/08841233.2012.705259>
- Landeta, J. (2002). *El método Delphi: una técnica de previsión del futuro*. Ariel.
- Larinkari, S., Liisanantti, J. H., Ala-Lääkkölä, T., Meriläinen, M., Kyngäs, H., & Ala-Kokko, T. (2016). Identification of tele-ICU system requirements using a content validity assessment. *International journal of medical informatics*, 86, 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2015.11.012>



- Lázaro, M., Marcos, E., & Vegas, S. (2006). Experiencias en integración de métodos cualitativos y cuantitativos. En J. Riquelme y P. Botella (Eds). *XV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos JISBD*. CIMNE.
- Liao, M., & Tan, N. (2021). Collective intelligence of peer learning: Promoting culture of learning and improvement among radiologists. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 50(6), 761-763. <https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2020.09.017>
- Liu, F., Wu, J., Huang, X., & Fong, P. S. (2020). Impact of intra-group cooperative incentives on the performance outcomes of knowledge sharing: evidence from a randomized experiment. *Journal of knowledge management*, 24(2), 346-368. <https://doi.org/10.1108/JKM-05-2019-0256>
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernandez-Baeza, A., & Tomas-Marco, I. (2014). Exploratory item factor analysis: A practical guide revised and updated. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>
- López-Aguilar, D., Álvarez-Pérez, P.R., & 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), 1-19. <http://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21169>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology research and behavior management*, 11, 311-322. <http://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing research*, 35(6), 382-386.
- Lyons, K. M., Lobczowski, N. G., Greene, J. A., Whitley, J., & 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, 1-47. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104064>
- Major, L., Haßler, B., & Hennessy, S. (2017). Tablet use in schools: impact, affordances and considerations. In *Handbook on digital learning for K-12 schools* (pp. 115-128). Springer, Cham.
- Major, L., Warwick, P., Rasmussen, I., Ludvigsen, S., & Cook, V. (2018). Classroom dialogue and digital technologies: A scoping review. *Education and information technologies*, 23(5), 1995-2028. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9701-y>

- Makar, K., & Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82–105.
- Makar, K., & 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>
- Markulin, K., Bosch, M., & Florensa, I. (2021) Project-based learning in Statistics: A critical analysis. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 11(1), 200-220.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- McGartland, D. Berg, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27(2), 94-104. <https://doi.org/10.1093/swr/27.2.94>
- McNamara, A. (2018). Key attributes of a modern statistical computing tool. *The American Statistician*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1482784>
- Menezes, B., Yaqot, M., Hassaan, S., Franzoi, R., Abudalu, M., Ashkanani, S., Al-Banna, A., Al-Hammadi, A., & Ali, T. (2021, October). Collective intelligence coordination and cooperation in teamed part-time and full-time postgraduates. In *2021 8<sup>th</sup> International Conference on Behavioral and Social Computing (BESC)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BESC53957.2021.9635102>
- 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. (2019). *Language and the joint creation of knowledge: The selected works of Neil Mercer*. Routledge.
- Mercer, N., Hennessy, S., & 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>

- Ministerio de Educación y Ciencia (2006). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. Boletín Oficial del Estado, 293, 2006.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2007<sup>a</sup>). *Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil*. Boletín Oficial del Estado, 4, 2007.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2007b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, 5, 2007.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2007c). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, 2007.
- Mohamed, H., Sahari, N., Judi, H. M., & 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>
- Mojica, G. F., Barker, H., & Azmy, C. N. (2019). Instrumented learning in a CODAP-enabled learning environment. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística* (pp. 1-10).
- Moreno-Guerrero, A. J., Rondon Garcia, M., Martinez Heredia, N., & 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>
- Muhonen, H., Pakarinen, E., Lerkkanen, M. K., Barza, L., & von Suchodoletz, A. (2020). Patterns of dialogic teaching in kindergarten classrooms of Finland and the United Arab Emirates. *Learning, Culture and Social Interaction*, 25, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.11.011>
- Muñiz, J., Elosua, P., & Hambleton, R. K. (2013). Directrices para la traducción y adaptación de los tests: segunda edición. *Psicothema*, 25(2), 151-157. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.24>
- Muñoz, J. M., Arias, M. A., & Mato, M. D. (2018). Elementos predictores del rendimiento matemático en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. *Profesorado*,

*Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22, 391-408.  
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i3.8008>

Nájar, S., O., & Morales, M. E. M. (2020, October). Knowledge management and collective intelligence through web tools. In *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1078-1084).  
<https://doi.org/10.1145/3434780.3436694>

Nájar, S. O., & Morales, M. E. M. (2021, October). Collective intelligence and web tools in the educational process. In *Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)* (pp. 680-688).  
<https://doi.org/10.1145/3486011.3486554>

Nolan, M. M., Beran, T., & Hecker, K. G. (2012). Surveys assessing students' attitudes toward statistics: a systematic review of validity and reliability. *Statistics Education Research Journal*, 11(2), 103-123.

Noll, J., Clement, K., Dolor, J., Kirin, D., & Petersen, M. (2018). Students' use of narrative when constructing statistical models in TinkerPlots. *ZDM*, 50(7), 1267-1280.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-018-0981-x>

O'Rourke, N., Hatcher, L., & Stepanski, E. J. (2005). *A step-by-step approach to using SAS for univariate & multivariate statistics*. SAS institute.

Ozdamli, F., Karabey, D., & Nizamoglu, B. (2013). The effect of technology supported collaborative learning settings on behaviour of students towards Mathematics learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 1063-1067.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.198>

Özdemir, A. S., Yildiz, F., & 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.

Pai, H. H., Sears, D. A., & 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>

Palacios, A. P., Arias, V. G., & Arias, B. M. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de psicodidáctica*, 19(1), 67-91. <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.8961>

- Passolunghi, M. C., Caviola, S., De Agostini, R., Perin, C., & Mammarella, I. C. (2016). Mathematics anxiety, working memory, and mathematics performance in secondary-school children. *Frontiers in psychology, 7*, ar. 42, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00042>
- Pérez, S. (1994). Método de Investigación cualitativo. *Investigación cualitativa métodos e interrogantes, 1*, 79-136.
- Pérez-Tyteca, P., Parrilla, J. M., & Martínez, E. C. (2013). Afecto y matemáticas. Diseño de una entrevista para acceder a los sentimientos de alumnos adolescentes. *Avances de Investigación en Educación Matemática, (4)*, 65-82. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i4.55>
- Pifarré, M. (2019). Using interactive technologies to promote a dialogic space for creating collaboratively: A study in secondary education. *Thinking Skills and Creativity, 32*, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.01.004>
- Pifarré, M., & Li, L. (2018). Characterizing and unpacking learning to learn together skills in a wiki project in primary education. *Thinking skills and creativity, 29*, 45-58.
- Pilli, O., & Aksu, M. (2013). The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics students in North Cyprus. *Computers and Education, 62*, 62–71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.010>
- Pitsia, V., Biggart, A., & 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>
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in nursing & health, 30(4)*, 459-467. <https://doi.org/10.1002/nur.20199>
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind?. *Behavioral and brain sciences, 1(4)*, 515-526.
- Ramirez, C., Schau, C., & Emmioglu, E. (2012). The importance of attitudes in statistics education. *Statistics education research journal, 11(2)*, 57-71.

- Rao, V. N. V., Legacy, C., Zieffler, A., & delMas, R. (2023) Designing a sequence of activities to build reasoning about data and visualization. *Teaching Statistics* 45(S1), S80-S92. <https://doi.org/10.1111/test.12341>
- Reçber, S., Işıksal, M., & 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>
- Reinero, D. A., Dikker, S., & Van Bavel, J. J. (2021). Inter-brain synchrony in teams predicts collective performance. *Social cognitive and affective neuroscience*, 16(1-2), 43-57. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa135>
- Riedl, C., Kim, Y. J., Gupta, P., Malone, T. W., & Woolley, A. W. (2021). Quantifying collective intelligence in human groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(21), 1-5. <https://doi.org/10.1073/pnas.2005737118>
- Robles, G. P., & Rojas, M. D. C. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de lingüística aplicada a la enseñanza de lenguas*, (18), 124-139.
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1-13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Rodríguez-Santero, J., & 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), 1-17. <http://doi.org/10.7203/relieve.25.1.12676>
- Romero, K. P., & Mora, O. M. (2020). Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral kmo y esfericidad de bartlett para determinar factores principales. *Journal of Science and Research. ISSN 2528-8083*, 5(CININGEC), 903-924.
- Sætra, H. S. (2021). Using Padlet to enable online collaborative mediation and scaffolding in a statistics course. *Education Sciences*, 11(5), 1-10. <https://doi.org/10.3390/educsci11050219>
- Sahri, N. A., Kamaruzaman, W. N. F. W., Jamil, J. M., & Shaharane, I. N. M. (2017, November). Exploring mathematics anxiety and attitude: Mathematics students'

- experiences. In *AIP Conference Proceedings*, 1905(1). AIP Publishing LLC.  
<https://doi.org/10.1063/1.5012258>
- Saldanha, L., & Thibault, M. (2018). Promoting students' reasoning about statistical inference through engagement with a problem-based instructional activity involving the use of TinkerPlots software. In *Teaching and Learning Secondary School Mathematics* (pp. 353-365). Springer, Cham.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-92390-1\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92390-1_33)
- Sánchez-Gómez, M. C., Martín, M. V., & Vivar-Simón, M. (2022). Los modelos mixtos de investigación en Ciencias Sociales. En G. Pérez-Postigo, C. Torres, O. W. Turpo-Gebera, J. I. Gómez y G. A. Ávalos (Eds.), *Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la educación universitaria* (pp. 57-71).
- Sangrà, A., & González-Sanmamed, M. (2010). The role of information and communication technologies in improving teaching and learning processes in primary and secondary schools. *ALT-J*, 18(3), 207-220.
- Santos, L. M. (2016). La resolución de problemas matemáticos y el uso coordinado de tecnologías digitales. En Ruiz, Angel (Ed.), *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* (pp. 333-346). Universidad de Costa Rica.
- Savelsbergh, E. R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M., & Bakker, A. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: A meta-analytic study. *Educational Research Review*, 19, 158-172. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.07.003>
- Sedlacek, M., & Sedova, K. (2017). How many are talking? The role of collectivity in dialogic teaching. *International Journal of Educational Research*, 85, 99-108.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.07.001>
- Seloraji, P., & Leong, K. E. (2016). Impact of using Tinkerplots on statistical reasoning. *Teaching and Learning Mathematics, Sciences and Engineering through Technology*, 229-237.
- Sfard, A., & Prusak, A. (2005). Telling identities: In search of an analytic tool for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational researcher*, 34(4), 14-22. <https://doi.org/10.3102/0013189X034004014>
- Silva, O. D. L. D., & Sousa, Á. (2020). Effects of life satisfaction on students' attitudes towards statistics and technology and their interrelationships. In 13<sup>th</sup>

*International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2020)* (pp. 4994-5002). IATED Academy.

Siswono, T. Y. E., Hartono, S., & 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://doi.org/10.14689/ejer.2018.75.11>

Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudio de casos* (4a ed.). Ediciones Morata.

Stenhouse, L. (2003). *Investigación y desarrollo del currículum* (5a ed.). Ediciones Morata.

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>

Sullivan, P. (2022). Using CODAP to Grow Students' Probabilistic Reasoning. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(4), 283-293.

Sutherland, S., & Ridgway, J. (2017). Interactive visualisations and statistical literacy. *Statistics education research journal*, 16(1), 26-30. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.210>

Szczygieł, M., & Pieronkiewicz, B. (2021). Exploring the nature of math anxiety in young children: Intensity, prevalence, reasons. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(3), 248-266.

Tenório, T., Isotani, S., Bittencourt, I. I., & Lu, Y. (2021). The State-of-the-Art on collective intelligence in online educational technologies. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(2), 257-271. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3073559>

Torrecilla, M. S. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 9-22. <https://doi.org/10.35362/rie7612969>

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>

Vaingankar, J. A., Abdin, E., & Chong, S. A. (2012). Exploratory and confirmatory factor analyses of the Multidimensional Scale of Perceived Social Support in patients with schizophrenia. *Comprehensive psychiatry*, 53(3), 286-291. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2011.04.005>



- Vance, E. A. (2021) Using team-based learning to teach data science. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(3), 277-296. <https://doi.org/10.1080/26939169.2021.1971587>
- Veloso, A. D. L., García Cebrián, L. I., & Marcuello-Servós, C. (2021). Estado y estadística. La importancia de los sistemas oficiales de estadística para las democracias modernas. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 66(243), 55-78. <https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2021.243.69278>
- Verschaffel, L., Depaepe, F., & Mevarech, Z. (2019). Learning Mathematics in metacognitively oriented ICT-Based learning environments: A systematic review of the literature. *Education Research International*, 2019, 1-19. <https://doi.org/10.1155/2019/3402035>
- Vygotsky, L.S (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Harvard University Press.
- Wang, M., Wu, B., Kinshuk, Chen, N. S., & Spector, J. M. (2013). Connecting problem-solving and knowledge-construction processes in a visualization-based learning environment. *Computers & Education*, 68, 293–306.
- Wegerif, R. (2015). Technology and teaching thinking. In R. Wegerif, L. Li and J. Kaufman (Eds). *The Routledge international handbook of research on teaching thinking*, 427-439.
- Wegerif, R., Doney, J., Richards, A., Mansour, N., Larkin, S., & Jamison, I. (2019). Exploring the ontological dimension of dialogic education through an evaluation of the impact of Internet mediated dialogue across cultural difference. *Learning, culture and social interaction*, 20, 80-89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lcsi.2017.10.003>
- Wegerif, R., Fujita, T., Doney, J., Linares, J. P., Richards, A., & Van Rhyn, C. (2017). Developing and trialing a measure of group thinking. *Learning and Instruction* 48, 40–50.
- Wegerif, R., & Mercer, N. (1997). A dialogical framework for researching peer talk. *Language and Education Library*, 12, 49-64.
- Wegerif, R., Mercer, N., & Dawes, L. (1999). From social interaction to individual reasoning: An empirical investigation of a possible socio-cultural model of cognitive development. *Learning and instruction*, 9(6), 493-516

- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International statistical review*, 67(3), 223-248.
- Wild, C. J., Utts, J. M., & 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>
- Williams, A. S. (2015). Statistics anxiety and worry: The roles of worry beliefs, negative problem orientation, and cognitive avoidance. *Statistics Education Research Journal*, 14(2), 53–75.
- Witkin, B. R., Altschuld, J. W., & Altschuld, J. (1995). *Planning and conducting needs assessments: A practical guide*. Sage.
- Woodard, V., Lee, H., & 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>
- Woolley A. W., & Aggarwal I. (2020). *Collective intelligence and group learning*. Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190263362.013.46>
- Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004), 686-688. <https://doi.org/10.1126/science.1193147>
- Wopereis, I. G., & van Merriënboer, J. J. (2011). Evaluating text-based information on the World Wide Web. *Learning and Instruction*, 21(2), 232-237. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.02.003>
- Yin, R. K. (2006). Case study methods. In J.L. Green, G. Camilli & P.B. Elmore (Eds.), *Handbook of Complementary Methods in Education Research* (pp. 111-122). Erlbaum.
- Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods. *Canadian Journal of Action Research*, 14(1), 69-71.
- Zieffler, A., Garfield, J., & Fry, E. (2018). What is statistics education? In *International handbook of research in statistics education* (pp. 37-70). Springer, Cham.
- Zotou, M., Tambouris, E., & Tarabanis, K. (2020). Data-driven problem based learning: enhancing problem based learning with learning analytics. *Educational*

*Technology Research and Development*, 68(6), 3393-3424.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09828-8>



## Anexos

---

## Anexo 1. Artículo publicado – Estudio 1 de la tesis.

Cujba, A., & Pifarré, M. (2024). Validación exploratoria de un cuestionario de actitudes hacia la estadística con tecnología. *Campus Virtuales*, 13(1), 47-58.  
<https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1266>

SCOPUS: Q1.



El número completo se puede consultar en el siguiente enlace:

<http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/revistaes/numeroactual>

- Enlace directo PDF:

<http://www.uajournals.com/campusvirtuales/images/numeros/24.pdf>

# Validación exploratoria de un cuestionario de actitudes hacia la estadística con tecnología

Exploratory validation of a questionnaire of attitudes towards statistics with technology

Andreea Cujba<sup>1</sup>, Manoli Pifarré<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitat de Lleida, España

andreea.cujba@udl.cat , manoli.pifarre@udl.cat

**RESUMEN.** El objetivo del estudio es la elaboración y validación exploratoria de un cuestionario que evalúe la actitud hacia la estadística con uso de tecnología. A partir de cuestionarios previos, se realizó la doble traducción de los ítems originales y siguiendo un proceso de consenso entre jueces expertos, se elaboró el cuestionario objeto de estudio y se aplicó a una muestra de 254 estudiantes españoles de Secundaria. A través del análisis factorial exploratorio, se confirmó una estructura de 3 factores (ansiedad; aprendizaje de estadística con tecnología; afecto). De forma exploratoria, se ha analizado la validez de contenido y de consistencia interna. 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. Finalmente, el cuestionario puede ser un instrumento útil para el profesorado en la evaluación del impacto de intervenciones innovadoras en el aprendizaje de la estadística.

**ABSTRACT.** This study aims to elaborate and exploratory validate a questionnaire that assesses students' attitudes towards statistics with the use of technology. Based on previous questionnaires a double back-translation of the original items was carried out and following a consensus process among expert judges, the questionnaire under study was developed and then applied to a sample of 254 13/14-year-old Spanish Secondary Education students. A 3-factor structure (namely anxiety, learning statistics with technology and affect) was found through exploratory factor analysis. Evidence of content validity and internal consistency was provided. The results showed suitable psychometric properties to use the questionnaire to evaluate secondary education students' attitudes toward statistics with technology in Spanish language. Lastly, the proposed questionnaire can be a useful instrument for the teachers to evaluate the impact of innovative interventions on the learning of statistics.

**PALABRAS CLAVE:** Estadística, Tecnología, Actitud del estudiante, Cuestionario, Psicometría.

**KEYWORDS:** Statistics, Technology, Student attitudes, Questionnaires, Psychometrics.

## 1. Introducción

La sociedad digital genera diariamente una gran cantidad de datos. No obstante, estos datos no serán útiles a la sociedad si los ciudadanos no desarrollan las estrategias necesarias para convertir estos datos en conocimiento y en acciones. Por ello, muchos autores han relacionado el manejo y la comprensión de estos datos con la alfabetización estadística y defienden la necesidad de la enseñanza de la estadística como herramienta que puede ayudar en el desarrollo de ciudadanos competentes para el mundo actual, capaces de elaborar un razonamiento estadístico entendido como un proceso de investigación, que engloba resolución de problemas y toma de decisiones ajustadas y soportadas por el análisis de datos (Carver et al., 2016; Díaz-Levicoy et al., 2019; Franco & Alsina, 2022).

No obstante, con frecuencia una parte del alumnado no es consciente de la relevancia que puede tener la estadística para la toma de decisiones acertadas en diversas situaciones cotidianas. A menudo, se percibe la estadística como un conjunto de fórmulas y gráficos con escasa aplicación en la vida real. Este hecho dificulta el desarrollo del razonamiento estadístico y genera la aparición de actitudes negativas hacia el aprendizaje de contenidos estadísticos, como por ejemplo ansiedad (Williams, 2015).

Las actitudes se definen como 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 (Tuohilampi, 2016). Desde el punto de vista psicológico, una actitud es una condición mental que se moldea a través de la experiencia y condiciona las reacciones de una persona hacia un objeto o fenómeno relacionado y sobre futuras experiencias (Di Martino & Zan, 2015).

## 2. Revisión de la literatura

Como consecuencia de lo expuesto hasta ahora, un gran número de investigaciones señalan que las actitudes negativas inciden negativamente en el rendimiento académico y en el desarrollo de procesos de aprendizaje (Emmioğlu & Capa-Aydin, 2012; García-Fernández et al., 2011; Ramirez et al., 2012).

Muñoz et al. (2018) recomiendan que para disminuir el miedo y la frustración que obstaculizan el aprendizaje de la estadística, profesores e investigadores deben prestar más atención a las creencias y actitudes que desarrolla el alumnado. Para lograrlo, subrayan la importancia de desarrollar instrumentos de evaluación capaces de facilitar información relevante para fines educativos y poder revertir esta situación. Por ello, el desarrollo de cuestionarios como el que se presenta en este estudio puede ser una herramienta útil para conseguir este objetivo.

Los continuos avances científicos y tecnológicos, aparte de un aumento de datos, también implican un mayor uso de las nuevas tecnologías en educación (Krajka, 2021). Gracias a la rapidez y facilidad para crear gráficos dinámicos y medidas estadísticas, y a la posibilidad de trabajar con una gran cantidad de datos, los softwares de estadística, como por ejemplo CODAP (disponible en <http://codap.concord.org>) y TinkerPlots (disponible en <https://www.tinkerplots.com/>), se emplean cada vez más en las aulas (Casey et al., 2020; Mojica et al., 2019; Saldanha & Thibault, 2018). Numerosas investigaciones han señalado el impacto positivo de la tecnología en las actitudes del alumnado, de manera que los softwares de estadística aumentan la comprensión de conceptos estadísticos, el desarrollo de razonamiento estadístico y ayudan al alumnado a construir conocimientos de forma activa (Anil, Batdı & Küçüközer, 2018; Biehler et al., 2013; da Silva & Moura, 2020; Emmioğlu & Capa-Aydin, 2012; Ramirez et al., 2012).

Asimismo, en las aulas se detecta un incremento del uso de tecnología para el aprendizaje de la estadística, tanto a nivel de educación primaria como de secundaria (Franco & Alsina, 2022). La situación creada por la pandemia del COVID-19 y el traspaso a la educación virtual que ha conllevado, ha acelerado el incremento de los índices de uso de la tecnología en educación. Por ello, el propósito de este estudio es aportar a la comunidad educativa un cuestionario innovador que evalúe la actitud del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con el uso de la tecnología como recurso, ya que, hasta la fecha, no tenemos constancia de ningún





cuestionario en español que mida este constructo.

Muñoz et al. (2018) señalan que hay un déficit de instrumentos adaptados al castellano que evalúen las actitudes del alumnado y subrayan que el escaso número existente, carecen de un análisis psicométrico. Estos autores referencian solamente dos cuestionarios (Cantero & Vázquez, 2008; Palacios et al., 2014) que destacan por su aportación psicométrica, pero ninguno evalúa el aprendizaje de estadística con tecnología.

El cuestionario que se presenta en este artículo va a permitir conocer qué actitudes presenta el alumnado hacia la estadística y si perciben la tecnología como herramienta facilitadora de su aprendizaje. Tres son los aspectos novedosos de nuestro instrumento: 1) evaluación de las actitudes hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología; 2) adaptación exploratoria en lengua española y 3) cuestionario para la educación secundaria; etapa educativa en la que la estadística es un contenido clave y el número de profesores/as que usa tecnología es superior al de primaria. Cabe señalar que la educación secundaria (12-16 años) es la etapa en la que se observa una mayor insatisfacción hacia el aprendizaje de las matemáticas y se obtienen peores calificaciones en matemáticas (Swars et al., 2010, citado en Muñoz et al., 2018).

Por todo ello, es necesario que el profesorado cuente con herramientas, como el cuestionario objeto de este estudio, que les permita conocer aquellos aspectos que pueden potenciar u obstaculizar los procesos de aprendizaje de la estadística. Con este conocimiento, profesorado y comunidad científica podrán mejorar y adaptar los métodos de enseñanza de la estadística a las necesidades y características del alumnado. En síntesis, cuatro razones avalan la necesidad de elaborar este cuestionario:

- Inexistencia en la bibliografía de un cuestionario validado en español que nos brinde información sobre las actitudes del alumnado de educación secundaria hacia el aprendizaje de la estadística a través de recursos tecnológicos.
- Aportar información relevante que posibilite la inclusión de las potencialidades de la tecnología como herramienta cognitiva y social capaz de facilitar el aprendizaje de la estadística.
- Contribuir con evidencias empíricas que permitan impulsar la innovación en la enseñanza-aprendizaje de la estadística.
- Enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística y mejorar la percepción del alumnado sobre su utilidad.

Por consiguiente, este trabajo pretende describir el proceso de elaboración de un cuestionario ad hoc para evaluar las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de estadística con recursos tecnológicos y presentar su experiencia exploratoria de validación. De forma más específica, este trabajo busca conseguir los siguientes objetivos:

- Analizar la validez de contenido del instrumento.
- Examinar la validez en función de la estructura interna.
- Valorar la fiabilidad y consistencia interna de la escala.

### 3. Metodología

#### 3.1. Participantes

Se llevó a cabo un estudio piloto aplicando el cuestionario a una muestra formada por 254 estudiantes de 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria (13/14 años), escolarizados en dos centros educativos concertados. Son dos centros de titularidad religiosa, de nivel sociocultural medio y con una ratio de alumnado inmigrante baja. Se trata de un muestreo no probabilístico. Del total de estudiantes, 125 son chicas (49%) y 129 son chicos (51%). Atendiendo a estudios previos, el tamaño de la muestra sería adecuado para validar el cuestionario. A pesar de que no hay un acuerdo fijado respecto al número ideal que debe tener la muestra para validar un cuestionario y que esta depende del número de ítems por factor y de las saturaciones obtenidas,

diversos autores coinciden en que un tamaño muestral de al menos 200 sujetos es suficiente, incluso en condiciones óptimas de comunalidades elevadas y factores bien determinados (Ferrando & Anguiano-Carrasco, 2010). En esta misma línea se pronuncian Lloret-Segura et al. (2014), que señalan que cuando se obtienen comunalidades entre 0.40 y 0.70 y se tienen 3-4 ítems por factor, se acepta un tamaño de 200 casos. Como conclusión, en el estudio se trabaja con una muestra superior a 200 sujetos y, además, se han descartado las cargas inferiores a 0.3 en el análisis factorial. No obstante, dada la controversia existente sobre cuál debería ser el tamaño muestral suficiente y representativo para la validación de un cuestionario, alentamos aumentar la muestra en futuras investigaciones para mayores garantías respecto a la validez del cuestionario. En el presente estudio se muestra una experiencia exploratoria de validación del instrumento.

### 3.2. Instrumentos

En el Anexo 1 se presenta el instrumento “Actitudes hacia la estadística con tecnología”. Es un cuestionario formado por 16 ítems que evalúan las actitudes del alumnado hacia diferentes situaciones relacionadas con el aprendizaje de la estadística y adaptado a la lengua española. Los estudiantes valoran sus actitudes a través de una escala Likert de 4 puntos (1=Totalmente en desacuerdo, 2=En desacuerdo, 3=De acuerdo, 4=Totalmente de acuerdo). Se ha optado por la creación de una escala par con el objetivo de evitar el sesgo de tendencia central (Matas, 2018). Cinco de los ítems son negativos (i5, i7, i10, i11, i12) y se deben invertir antes de calcular la puntuación total de cada estudiante. Tres ítems (i7, i12, i14) se redactaron tanto en tiempo presente como en pasado, para diferenciar la evaluación de las medidas pre y post. El alumnado respondió el cuestionario con ordenador, a través de formularios de Google.

Para la elaboración del cuestionario, se ha analizado la revisión sistemática llevada a cabo por Nolan et al. (2012), sobre la validez y la fiabilidad de 15 instrumentos que evalúan actitudes hacia la estadística y que cumplen los dos aspectos siguientes: a) descripción del proceso de validez y/o fiabilidad del cuestionario, y b) publicados en una revista con revisión por pares. Como conclusión final de la revisión sistemática, Nolan et al. (2012) destacan que solamente cuatro de los 15 cuestionarios presentan evidencia de validez de contenido y también fiabilidad de consistencia interna: el Statistics Attitude Scale (SASc, 1991), el Attitudes Toward Statistics Scale (ATS, 1985) y las dos versiones del Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-28, 1995; SATS-36, 2003). Los ítems de estos cuatro instrumentos se han considerado en la elaboración del cuestionario objeto de estudio de este artículo. Asimismo, se han tenido en cuenta ítems de otros tres instrumentos incluidos en la revisión sistemática de Nolan et al. (2012), que son: Students' Attitudes Toward Statistics A (STATS-A, 1992), Students' Attitudes Toward Statistics Questionnaire (SATSQ, 2005) y Students' Attitudes Toward Statistics and Technology Scale (SASTSc, 2011). Estos tres instrumentos se han seleccionado por tener referencias en revistas con revisión por pares, en temáticas relacionadas con la Educación en Ciencias, Matemáticas, Estadística e Informática.

En conjunto, los siete cuestionarios seleccionados incluyen un total de 14 dimensiones (afecto, competencia cognitiva, valor de la disciplina, dificultad, interés, esfuerzo, utilidad percibida, relación e impacto del instructor, actitud hacia las herramientas estadísticas, autoconfianza, influencia de los padres, iniciativa y esfuerzo extra, competencia cognitiva tecnológica, y aprendizaje de estadística con tecnología) que han sido el punto de partida del proceso de elaboración del cuestionario que se presenta en este estudio y de su validación exploratoria en aulas de secundaria. En la siguiente sección se expone el proceso seguido para la redacción final del cuestionario.

### 3.3. Procedimiento

Una vez escogidos los siete instrumentos previos y presentados en la sección de introducción, se ha seguido un proceso de construcción del cuestionario en dos fases:

Fase 1: Selección de las dimensiones e ítems del cuestionario

En un primer momento, cuatro investigadores expertos en didáctica de las matemáticas y psicología realizan



un análisis teórico de las 14 dimensiones incluidas en los siete cuestionarios previos seleccionados y con el objetivo de seleccionar los ítems que mejor responden a nuestros objetivos de investigación. Los cuatro expertos han seguido un procedimiento iterativo teniendo en cuenta los criterios de inclusión (agrupación de las dimensiones que tratan temas afines; dimensiones e ítems que responden al objetivo de estudio) y los criterios de exclusión (eliminación de los ítems que transmitían ideas similares). Los cuatro investigadores, de forma cualitativa, han revisado, discutido y acordado los criterios de inclusión y exclusión de las dimensiones y los ítems a incluir en el cuestionario. Las discrepancias se han resuelto a través de un enfoque basado en el consenso. La verificación entre expertos es un procedimiento útil para la fiabilidad en la investigación cualitativa (Toma, 2006).

Fruto de este análisis entre expertos, se obtuvo una selección de 22 ítems, agrupados en seis dimensiones que valoran: [1] competencia cognitiva (SASTSc; SATS; ATS; SASc) – evalúa las actitudes positivas y negativas de los estudiantes en relación a sus conocimientos y habilidades aplicados a la estadística (Anastasiadou, 2011); [2] competencia cognitiva con tecnología (SASTSc) – evalúa las actitudes positivas y negativas del alumnado en relación a sus conocimientos y habilidades aplicados a la tecnología/ordenadores (Anastasiadou, 2011); [3] aprendizaje de estadística con tecnología (SASTSc) – evalúa las actitudes positivas y negativas del alumnado en relación a sus actitudes hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología (Anastasiadou, 2011); [4] afecto (SASTSc; SATS; ATS) – evalúa las emociones positivas y negativas del alumnado relativas a la estadística (Anastasiadou, 2011); [5] autoconfianza (STATS-A) – evalúa las creencias del alumnado sobre las capacidades que tienen para aprender estadística (Abu-Hilal & Al Abed, 2019), y [6] ansiedad (SATSQ) – evalúa la sensación de malestar y preocupación que siente el alumnado al pensar en estadística o al realizar una tarea de estadística (Buckley et al., 2016, citado en Abín et al., 2020).

Fase 2: Traducción y adaptación de los ítems del cuestionario al alumnado de secundaria

a) Cuatro profesoras han participado en el proceso de traducción de los 22 ítems al español. En un primer momento, dos de estas profesoras realizan la traducción de los ítems del inglés al español, y en un segundo momento, con el objetivo de asegurar la equivalencia semántica y conceptual de los ítems, las otras dos profesoras bilingües realizan la traducción del español al inglés. De esta manera, se ha comprobado que las cuatro profesionales concuerdan en la comprensión de los enunciados.

b) Siguiendo las directrices de adaptación de cuestionarios propuestas por Muñiz et al. (2013), se ha empleado el juicio de expertos para examinar el nivel de comprensión de la traducción final al español. Los cinco profesores implicados en el juicio de expertos (un catedrático de universidad, una psicóloga y tres profesores de secundaria -inglés y matemáticas-) han coincidido al 100% en que los enunciados presentan una buena adaptación para alumnado de secundaria.

Finalmente, se procedió a los análisis estadísticos necesarios para confirmar la consistencia interna y validez del cuestionario, que presentamos en la sección de resultados.

### 3.4. Análisis de datos

Validez de contenido. Para obtener la opinión de un panel de especialistas sobre los ítems que forman el cuestionario y alcanzar un consenso, se ha seguido un juicio de expertos (Bernal-García et al., 2018). Los 12 expertos involucrados fueron seleccionados por su trayectoria relacionada con la estadística: algunos enseñan estadística y otros la emplean como herramienta de trabajo (investigación). Cuatro de los expertos son profesores de secundaria y ocho son profesores universitarios y/o investigadores.

Validez en función de la estructura interna. Para corroborar la adecuación de los ítems al constructo teórico se ha realizado el análisis factorial exploratorio (EFA, por sus siglas en inglés), ya que partimos de factores definidos “a priori” (Vaingankar et al., 2012). Se precisa comprobar si los datos recopilados sobre la muestra de estudiantes de secundaria españoles coinciden con la estructura preestablecida de los seis componentes.

**Fiabilidad.** Se ha analizado la consistencia interna de nuestro cuestionario a través del análisis estadístico de Alfa de Cronbach, con el programa SPSS 26.0. Asimismo, se ha analizado también la consistencia interna de cada factor.

## 4. Resultados

En esta sección se aportarán las evidencias psicométricas necesarias que confirman la estructura final del cuestionario de 16 ítems repartidos en 3 factores: (1) ansiedad, (2) aprendizaje de estadística con tecnología y (3) afecto.

### 4.1. Validez de contenido

Los expertos han valorado la univocidad (1=no apropiado; 2=necesita revisión significativa; 3=necesita revisión menor; 4=apropiado), la pertinencia (1=no apropiado; 2=necesita revisión significativa; 3=necesita revisión menor; 4=apropiado) y la relevancia (1=nada relevante; 2=poco relevante; 3=bastante relevante; 4=muy relevante) de cada ítem. Entendemos el concepto de univocidad como el nivel de claridad lingüística de los enunciados, de manera que no se confundan ni se interpreten otros significados. Pertinencia es la adecuación de los enunciados al constructo de evaluación, en base a su relación con el tema que se pretende medir. Por último, la relevancia estima la importancia de los enunciados para medir una actitud hacia la estadística, es decir si son indispensables o no. Siguiendo las indicaciones de Cabero y Llorente (2013), realizamos un juicio de expertos de agregación individual. De esta manera, se ha obtenido la valoración individual de cada uno de ellos, sin que los expertos tengan contacto, de forma anónima y confidencial. Respecto al número de expertos que se deben involucrar, no hay un acuerdo unánime entre los autores y encontramos diversas opiniones (Cabero & Llorente, 2013). Landeta (2002) señala que entre siete y 30 expertos son suficientes y Witkin et al. (1995) no concretan ningún número, pero sugieren que deben ser menos de 50. Otros autores apuntan entre dos y 20 expertos (Gable & Wolf, 1993; Grant & Davis, 1997, citados en McGartland et al., 2003; Lynn, 1986). En nuestro caso, se ha pedido la colaboración a 12 expertos, pero en la segunda ronda solamente han seguido el proceso ocho de ellos.

Respecto al índice de validez de contenido (IVC), se ha dividido el número total de respuestas de 3 y 4 de todos los revisores por el número total de revisores (Larinkari et al., 2016). Un IVC de valor 1 indica consenso universal para la aceptación de un ítem, en cambio, un valor de 0 indica consenso universal para rechazo. Valores próximos a 0.50 no se consideran ni relevantes ni irrelevantes. Siguiendo la recomendación de Larinkari et al. (2016) de que un IVC de 0.75 es un límite de acuerdo excelente entre diez o más expertos, se ha adoptado como umbral de aceptación para el presente estudio.

La primera ronda de las estimaciones de los expertos ha concluido con la revisión de 6 ítems, que presentaban un índice menor de 0.70. Fue en la segunda ronda de valoración de los expertos donde se ha alcanzado el consenso y todos los ítems han obtenido un índice superior o igual a 0,75 (figura 1).

CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA CON TECNOLOGÍA	Univocidad				I-CVI	Pertinencia				I-CVI	Relevancia				I-CVI
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
1a. Tendré dificultades para comprender la estadística debido a que no sé pensar los problemas. (Pretest)	0	1	2	5	0,88	0	1	2	5	0,88	0	1	2	5	0,88
1b. Tengo dificultades para comprender la estadística debido a que no sé pensar los problemas.. (Posttest)	0	1	2	5	0,88	0	1	1	6	0,88	0	1	1	6	0,88
2a. Tendré dificultades con la estadística porque cometo muchos errores matemáticos. (Pretest)	1	0	1	6	0,88	0	1	0	7	0,88	1	0	0	7	0,88
2b. Tengo dificultades con la estadística porque cometo muchos errores matemáticos. (Posttest)	1	0	1	6	0,88	0	1	0	7	0,88	1	0	0	7	0,88
3. Disfruto aprendiendo estadística.	0	0	1	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
4. Cuando resuelvo un problema estadístico me cuesta pensar con claridad.	0	1	1	7	0,89	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00
5. La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil.	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00
6. Comprendo el razonamiento estadístico fácilmente.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
7. Me resulta útil e interesante estudiar estadística.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
8. Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos (Excel, CODAP...).	0	0	1	7	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
9. Cuando trato de resolver un problema estadístico me siento muy nervioso.	0	0	2	6	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
10. Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP...)	0	1	2	5	0,88	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
11a. Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado. (Pretest)	0	0	1	7	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
11b. Creo que durante las clases de estadística me siento estresado. (Posttest)	0	0	2	6	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
12. Aprender estadística es fácil.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	1	0	7	0,88
13. La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística (Excel, CODAP...).	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00	0	0	1	7	1,00
14. La estadística me asusta.	0	1	0	7	0,88	0	1	0	7	0,88	0	1	0	7	0,88
15. La estadística me provoca ansiedad.	0	1	0	7	0,88	0	0	1	7	1,00	1	0	0	7	0,88
16. Estoy tranquilo y relajado cuando tengo que resolver un problema estadístico.	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	1	0	0	7	0,88
17a. Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles. (Pretest)	0	0	2	6	1,00	0	1	1	6	0,88	0	2	1	5	0,75
17b. Tengo miedo de la estadística ya que ha sido una de las asignaturas más difíciles. (Posttest)	0	0	3	5	1,00	0	1	1	6	0,88	0	1	2	5	0,88
18. Soy competente con el uso del ordenador.	0	1	1	6	0,88	0	0	2	6	1,00	0	0	2	6	1,00
19a. Puedo aprender estadística fácilmente. (Pretest)	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
19b. He podido aprender estadística fácilmente. (Posttest)	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00
20a. No sé en qué consiste la estadística. (Pretest)	0	2	0	6	0,75	0	1	0	7	0,88	0	1	1	6	0,88
20b. No sé en qué consiste la estadística. (Posttest)	0	1	0	7	0,88	0	0	0	8	1,00	0	0	1	7	1,00
21. Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase.	0	0	1	7	1,00	0	1	1	6	0,88	0	1	1	6	0,88
22. El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística.	0	0	1	7	1,00	0	0	0	8	1,00	0	0	0	8	1,00

Figura 1. Índice de Validez de Contenido – Consenso final. Fuente: Elaboración propia.

Aunque se haya demostrado la validez de contenido de los 22 ítems, la versión final del cuestionario consta de 16 ítems. Esto es debido a los resultados del análisis factorial exploratorio, tal como se detalla a continuación.

## 4.2. Validez en función de la estructura interna

Las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin KMO y el Test de Esfericidad de Bartlett (tabla 1) nos indican que es apropiado aplicar el Análisis Factorial. Según Kaiser (1958), el valor 0.83 es considerado bueno, ya que lo ha definido dentro del rango de 0.8 a 0.9 porque se encuentra cercano a 1, es decir que es apreciable (citado en Romero y Mora, 2020). Los valores obtenidos en la prueba de esfericidad de Barlett, con un  $\chi^2_{120} = 1344.23$  ( $p = .000$ ), nos indica que las variables están intercorrelacionadas y es viable proseguir con el análisis factorial (Muñoz et al., 2018).

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,832
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	1344,228
	gl	120
	Sig.	,000

Tabla 1. Prueba de KMO y Bartlett. Fuente: Elaboración propia.

Mediante la aplicación del EFA con rotación ortogonal varimax (después de eliminar los 6 ítems que han resultado débiles y no han correlacionado con ningún factor en un primer EFA) obtenemos una estructura de 4 factores. No obstante, uno de los factores resultantes, concretamente el de “competencia cognitiva con tecnología” formado por los ítems 10 y 18, presentaba una baja fiabilidad ( $\alpha = ,584$ ). En instrumentos que miden actitudes, se consideran apropiados los valores próximos a 0.70 en coeficientes de fiabilidad (Henerson et al., 1987). Por esta razón, se ha decidido probar un tercer modelo, uniendo los ítems de este factor con los del factor “aprendizaje de estadística con tecnología”. Este tercer modelo de 3 factores se extrajo de un análisis de componentes principales con rotación varimax con Kaiser (la rotación ha convergido en 4 iteraciones). Los tres factores obtenidos (tabla 2) explican el 53.737% de la varianza total, en la que el primer factor “Ansiedad” explica el 29.556%, el segundo “Aprendizaje de estadística con tecnología” explica el 15.159% y el tercer factor

“Afecto” explica el 9.021%.

Variables latentes y descripción Componentes			
Ansiedad	1. Ítem 5	.721	
	2. Ítem 7	.718	
	3. Ítem 10	.782	
	4. Ítem 11	.784	
	5. Ítem 12	.699	.364
Aprendizaje de estadística con tecnología	1. Ítem 2	.563	
	2. Ítem 4	.727	
	3. Ítem 6	.610	
	4. Ítem 9	.811	
	5. Ítem 13	.561	
	6. Ítem 16	.730	
Afecto	1. Ítem 1		.667
	2. Ítem 3		.642
	3. Ítem 8	.333	.669
	4. Ítem 14	.334	.703
	5. Ítem 15		.723

Tabla 2. Análisis factorial exploratorio de componentes principales del cuestionario de actitudes hacia la estadística con rotación Varimax. Fuente: Elaboración propia.

Así pues, el modelo final que se ajusta mejor a los datos está compuesto por 16 ítems y 3 factores: factor 1 “ansiedad (i5, i7, i10, i11, i12); factor 2 “aprendizaje de estadística con tecnología” (i2, i4, i6, i9, i13, i16) y factor 3 “afecto” (i1, i3, i8, i14, i15). Como podemos observar en la tabla 2, los ítems presentan un alfa de Cronbach bueno (Henerson et al., 1987). Además, ninguno supera el umbral de .90, que indicaría la presencia de ítems redundantes en la escala (O’Rourke et al., 2005).

### 4.3. Fiabilidad

El grado de correlación interna entre los 16 ítems que forman el cuestionario ha resultado alta ( $\alpha = 0.83$ ). Analizando cada factor por separado, también se han obtenido resultados positivos, siendo el factor “ansiedad” el que ha alcanzado una mejor consistencia interna (factor “aprendizaje de estadística con tecnología”:  $\alpha = 0.76$ ; factor “ansiedad”:  $\alpha = 0.83$ ; factor “afecto”:  $\alpha = 0.77$ ). Según Henerson et al. (1987), valores próximos a 0.70 en coeficientes de fiabilidad de instrumentos que miden actitudes se consideran adecuados. Un valor superior a 0.70 revela una fuerte relación entre las preguntas (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020). En este caso, los resultados muestran una alta consistencia interna y podemos afirmar que el cuestionario es una prueba fiable.

## 5. Conclusiones

El presente estudio plantea aportar un cuestionario en español que evalúa las actitudes del alumnado de secundaria hacia el aprendizaje de estadística a través de recursos tecnológicos. Debido a la ausencia de un cuestionario de estas características, se ha elaborado y llevado a cabo una validación exploratoria de un instrumento que cubra esta carencia. La validez de contenido del cuestionario ha sido avalada por la técnica del juicio de expertos. Se exploró la validez en función de la estructura interna mediante la técnica de EFA y el mejor modelo resultó una estructura de tres factores, denominados ansiedad, aprendizaje de estadística con tecnología y afecto. Los resultados muestran que la fiabilidad general y de cada uno de los tres factores es alta.



El factor de Ansiedad es el que mejor consistencia interna ha obtenido ( $\alpha = 0.83$ ) y el que mayor % de varianza explica (29.556%), del 53.737% de varianza total. Además, el tamaño de la muestra adoptada en el presente estudio es adecuada para una exploración de validación del instrumento.

Estos resultados nos permiten afirmar que el cuestionario elaborado puede ser una buena herramienta para que alumnado y profesorado obtengan información relevante en tres aspectos que han cobrado cada vez más relevancia entre los investigadores y en la comunidad educativa: 1) cómo las actitudes afectan el aprendizaje, 2) especial atención a las actitudes negativas hacia la estadística, y 3) cómo el uso de nuevas tecnologías mejora el aprendizaje de la estadística. Autores como Cetin et al. (2019), defienden que las actitudes del alumnado hacia las matemáticas son un notable pronóstico del resultado que obtendrán. Por eso, uno de los principales objetivos de la educación debe ser mejorar las actitudes del alumnado. Para acercarnos a este objetivo, nuestra propuesta plantea hacerlo a través de los tres factores que componen el cuestionario: 1) la ansiedad, 2) el rol que puede desempeñar la tecnología en el aprendizaje de la estadística, y 3) el afecto, entendido como las interpretaciones y los juicios de valor que desarrolla el alumnado sobre el aprendizaje de la estadística y que tienen un impacto en los procesos de aprendizaje y en el rendimiento matemático (Ingram, 2015).

Un gran número de estudios avalan la relevancia e interdependencia de estos tres factores en el aprendizaje de la estadística. En esta línea, Attard y Holmes (2020) concluyen que la tecnología puede aumentar la participación del alumnado en la clase de matemáticas, a través de actividades pedagógicas más atractivas y de una interacción más fluida, ya que reciben una respuesta inmediata sobre si lo que están haciendo está bien. El hecho de recibir una valoración ajustada e inmediata de las acciones que realizan en la pantalla, mejora el afecto del alumnado hacia la asignatura.

Avcı y Coşkuntuncel (2019) presentan los programas de software VUstat y TinkerPlots como herramientas promotoras de una mejor comprensión estadística, gracias a sus características visuales que permiten mostrar los resultados de forma rápida y precisa para comparar datos y gráficos. A través de un diseño cuasi-experimental, Seloraji y Leong (2016) confirman que a través del uso de TinkerPlots, el alumnado incrementó notablemente su razonamiento estadístico.

Varios estudios corroboran que la tecnología tiene un impacto positivo en las actitudes del alumnado hacia la estadística y consigue que disfruten con su aprendizaje: emociones y opiniones sobre la utilidad y relevancia de la materia (Albelbisi & Yusop, 2018; Kharuddin & Ismail, 2017; Saldanha & Thibault, 2018; Silva & Sousa, 2020).

Estos hallazgos deberían impulsar al profesorado que se dedica a la enseñanza de la estadística, primero, a incrementar su interés por las actitudes del alumnado y segundo, a promover el uso de tecnología en sus clases.

En cuanto a limitaciones del estudio, el uso de una muestra más amplia permitiría validar el instrumento y mejoraría la generalización de los resultados obtenidos en el presente estudio. También se sugiere analizar la validez externa y se propone que en futuras investigaciones que empleen el cuestionario, se contrasten los resultados del EFA obtenidos en este estudio con otras muestras: alumnado de otros cursos de Educación Secundaria, Bachillerato e incluso con estudiantes de Universidad. Sería adecuado e interesante relacionar el nuevo instrumento con variables como, por ejemplo, el rendimiento académico en matemáticas o rasgos de personalidad.

Concluyendo, la presente investigación aporta evidencia científica y estadística que permite afirmar que, en este estudio piloto, el "Cuestionario de Actitudes hacia la Estadística con Tecnología" es un instrumento fiable para valorar las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de la estadística con tecnología. Esta fiabilidad puede ayudar al profesorado en la toma de decisiones pedagógicas encaminadas a mejorar las actitudes del alumnado hacia la estadística e incrementar su percepción sobre la utilidad de la estadística como herramienta que puede ser utilizada en diversas situaciones cotidianas. La sociedad del conocimiento del siglo XXI y el

incremento de información que nos proporcionan las tecnologías requiere de una ciudadanía equipada con habilidades para analizar e interpretar datos y tomar decisiones consecuentes a este análisis, tanto para asuntos personales, como laborales. El cuestionario propuesto en este artículo puede ser un instrumento válido y necesario para conseguir este objetivo.

## Financiación

Investigación parcialmente financiada por el Programa ERASMUS+ EU: 2017-1-UK01-KA201-036520 y por el proyecto EDU2016-80258-R, Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España. Todas las opiniones expresadas pertenecen a las autoras y no a las entidades financiadoras.

## ANEXO 1. Cuestionario de Actitudes hacia la Estadística con 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.				

### Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Cujba, A.; Pifarré, M. (2024). Validación exploratoria de un cuestionario de actitudes hacia la estadística con tecnología. *Campus Virtuales*, 13(1), 47-58. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1266>

## Referencias

- Albelbisi, N. A.; 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.
- Anıl, Ö.; Batdı, V.; Küçüközer, H. (2018). The effect of computer-supported education on student attitudes: A meta-analytical comparison for the period 2005-2015. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 18(1), 5-22. doi:10.12738/estp.2018.1.0285.
- Attard, C.; Holmes, K. (2020). "It gives you that sense of hope": An exploration of technology use to mediate student engagement with mathematics. *Heliyon*, 6(1), 1-11. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02945.
- Avcı, E.; Coşkuntuncel, O. (2019). Middle school teachers' opinions about using Vustat and Tinkerplots in the data processing in middle school mathematics. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 9(1), 01-36. doi:10.14527/pegegog.2019.001.
- Bernal-García, M. I.; Jiménez, D. R. S.; Gutiérrez, N. P.; Mesa, M. P. Q. (2018). Validez de contenido por juicio de expertos de un

Cujba, A.; Pifarré, M. (2024). Validación exploratoria de un cuestionario de actitudes hacia la estadística con tecnología. *Campus Virtuales*, 13(1), 47-58. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1266>





- instrumento para medir percepciones físico-emocionales en la práctica de disección anatómica. *Educación Médica*, 21(6), 349-356. doi:10.1016/j.edumed.2018.08.008.
- Biehler, R.; Ben-Zvi, D.; Bakker, A.; Makar, K. (2013). Technology for Enhancing Statistical Reasoning at the School Level. In M. A. Clements, A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 643-689). Springer.
- Cabero, A. J.; Llorente C. M. D. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Eduweb*, 7(2), 11-22.
- Cantero, J. M. M.; Vázquez, M. D. M. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las matemáticas en alumnos de ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), 209-226.
- Carver, R.; College, S.; Everson, M.; Ohio, T. (2016). Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) in Statistics Education (GAISE) in Statistics Education. July, 1-141.
- Casey, S.; Hudson, R.; Harrison, T.; Barker, H.; Draper, J. (2020). Preservice teachers' design of technology-enhanced statistical tasks. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(2), 269-292.
- Cetin, Y.; Mirasyedoglu, S.; Cakiroglu, E. (2019). An inquiry into the underlying reasons for the impact of technology enhanced problem-based learning activities on students' attitudes and achievement. *Eurasian Journal of Educational Research*, 19(79), 191-208. doi:10.14689/ejer.2019.79.9.
- da Silva, H. A.; Moura, A. S. (2020). Teaching Introductory Statistical Classes in Medical Schools Using RStudio and R Statistical Language: Evaluating Technology Acceptance and Change in Attitude Toward Statistics. *Journal of Statistics Education*, 28(2), 212-219. doi:10.1080/10691898.2020.1773354.
- Díaz-Levicoy, D.; Batanero, C.; Arteaga, P.; Gea, M. M. (2019). Chilean Children's Reading Levels of Statistical Graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), 689-700. doi:10.29333/iejme/5786.
- Di Martino, P.; 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.
- Emmioğlu, E. S. M. A.; Capa-Aydin, Y. E. S. I. M. (2012). Attitudes and achievement in statistics: A meta-analysis study. *Statistics education research journal*, 11(2), 95-102.
- Ferrando, P. J.; Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 18-33.
- Franco C., J.; Alsina P., Á. (2022). El conocimiento del profesorado de Educación Primaria para enseñar estadística y probabilidad: una revisión sistemática. *Aula abierta*, 51(1), 7-16. doi:10.17811/rifie.51.1.2022.7-16.
- García-Fernández, J. M.; Inglés, C. J.; Martínez-Monteagudo, M. C.; Marzo, J. C.; Estévez, E. (2011). Inventario de Ansiedad Escolar: validación en una muestra de estudiantes de Educación Secundaria. *Psicothema*, 23(2), 301-307.
- Henerson, M. E.; Lyons, L.; Taylor, C. (1987). *How to measure attitudes*. University of California. Sage Publications.
- Ingram, N. (2015). Students' Relationships with Mathematics: Affect and Identity. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- Kharuddin, A. F.; 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. doi:10.12973/eurasia.2017.01238a.
- Krajka, J. (2021). Non-Native Teachers Investigating New Englishes: Is Data-Driven Teaching a part of 21st Century Digital Literacy?. *Aula Abierta*, 50(2), 585-592. doi:10.17811/rifie.50.2.2021.585-592.
- Landeta, J. (2002). El método Delphi: una técnica de previsión del futuro. *Ariel*.
- Larinkari, S.; Liisanantti, J. H.; Ala-Lääkkölä, T.; Meriläinen, M.; Kynğäs, H.; Ala-Kokko, T. (2016). Identification of tele-ICU system requirements using a content validity assessment. *International journal of medical informatics*, 86, 30-36. doi:10.1016/j.ijmedinf.2015.11.012.
- Lloret-Segura, S.; Ferreres-Traver, A.; Hernandez-Baeza, A.; Tomas-Marco, I. (2014). Exploratory item factor analysis: A practical guide revised and updated. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169. doi:10.6018/analesps.30.3.199361.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. doi:10.24320/redie.2018.20.1.1347.
- McGartland, D.; Berg, M.; Tebb, S. S.; Lee, E. S.; Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27(2), 94-104. doi:10.1093/swr/27.2.94.
- Mojica, G. F.; Barker, H.; Azmy, C. N. (2019). Instrumented learning in a CODAP-enabled learning environment. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística* (pp. 1-10).
- Muñiz, J.; Elosua, P.; Hambleton, R. K. (2013). *Directrices para la traducción y adaptación de los tests: segunda edición*. *Psicothema*, 25(2), 151-157. doi:10.7334/psicothema2013.24.
- Muñoz, J. M.; Arias, M. A.; 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. doi:10.30827/profesorado.v22i3.8008.
- Nolan, M. M.; Beran, T.; Hecker, K. G. (2012). Surveys assessing students' attitudes toward statistics: a systematic review of validity and reliability. *Statistics Education Research Journal*, 11(2), 103-123.
- O'Rourke, N.; Hatcher, L.; Stepanski, E. J. (2005). *A step by step approach to using SAS for Univariate and Multivariate statistics*, Second Edition. SAS Institute Inc.
- Palacios, A. P.; Arias, V. G.; Arias, B. M. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para

- su medida. *Revista de psicodidáctica*, 19(1), 67-91. doi:10.1387/RevPsicodidact.8961.
- Ramirez, C.; Schau, C.; Emmioglou, E. (2012). The importance of attitudes in statistics education. *Statistics education research journal*, 11(2), 57-71.
- Rodríguez-Rodríguez, J.; Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1-13. doi:10.1344/reire2020.13.230048.
- Romero, K. P.; Mora, O. M. (2020). Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral kmo y esfericidad de Bartlett para determinar factores principales. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(CININGEC), 903-924.
- Saldanha, L.; Thibault, M. (2018). Promoting Students' Reasoning About Statistical Inference Through Engagement with a Problem-Based Instructional Activity Involving the Use of TinkerPlots Software. In Kajander A., Holm J., & Chernoff E. (eds), *Teaching and Learning Secondary School Mathematics* (pp. 353-365). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-92390-1\_33.
- Seloraji, P.; Leong, K. E. (2016). Impact of Using Tinkerplots on Statistical Reasoning. *Teaching and Learning Mathematics, Sciences and Engineering through Technology*, 229-237.
- Silva, O. D. L. D.; 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.
- Toma, J. D. (2006). Approaching rigor in applied qualitative research. In C. F. Conrad, & R. C. Serlin (Eds.), *The Sage handbook for research in education: Engaging ideas and enriching inquiry* (pp. 405-423). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Tuohilampi, L. (2016). Contextualizing mathematics related affect: Significance of students' individual and social level affect in Finland and Chile. *REDIMAT*, 5(1), 7-27. doi:10.4471/redimat.2016.1823.
- Vaingankar, J. A.; Abidin, E.; Chong, S. A. (2012). Exploratory and confirmatory factor analyses of the Multidimensional Scale of Perceived Social Support in patients with schizophrenia. *Comprehensive psychiatry*, 53(3), 286-291. doi:10.1016/j.comppsy.2011.04.005.
- Williams, A. S. (2015). Statistics anxiety and worry: The roles of worry beliefs, negative problem orientation, and cognitive avoidance. *Statistics Education Research Journal*, 14(2), 53-75.
- Witkin, B. R.; Altschuld, J. W.; Altschuld, J. (1995). *Planning and conducting needs assessments: A practical guide*. Sage.



## Anexo 2. Artículo publicado – Estudio 3 de la tesis.

Cujba, A., & Pifarré, M. (2023). 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*, 35(2), 196-225.  
<https://doi.org/10.24844/EM3502.08>

SCOPUS: Q3.



El número completo se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/revista/volumen-35-numero-2-agosto-2023/>

# 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,<sup>1</sup> Manoli Pifarré<sup>2</sup>

**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.

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

<sup>2</sup> 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

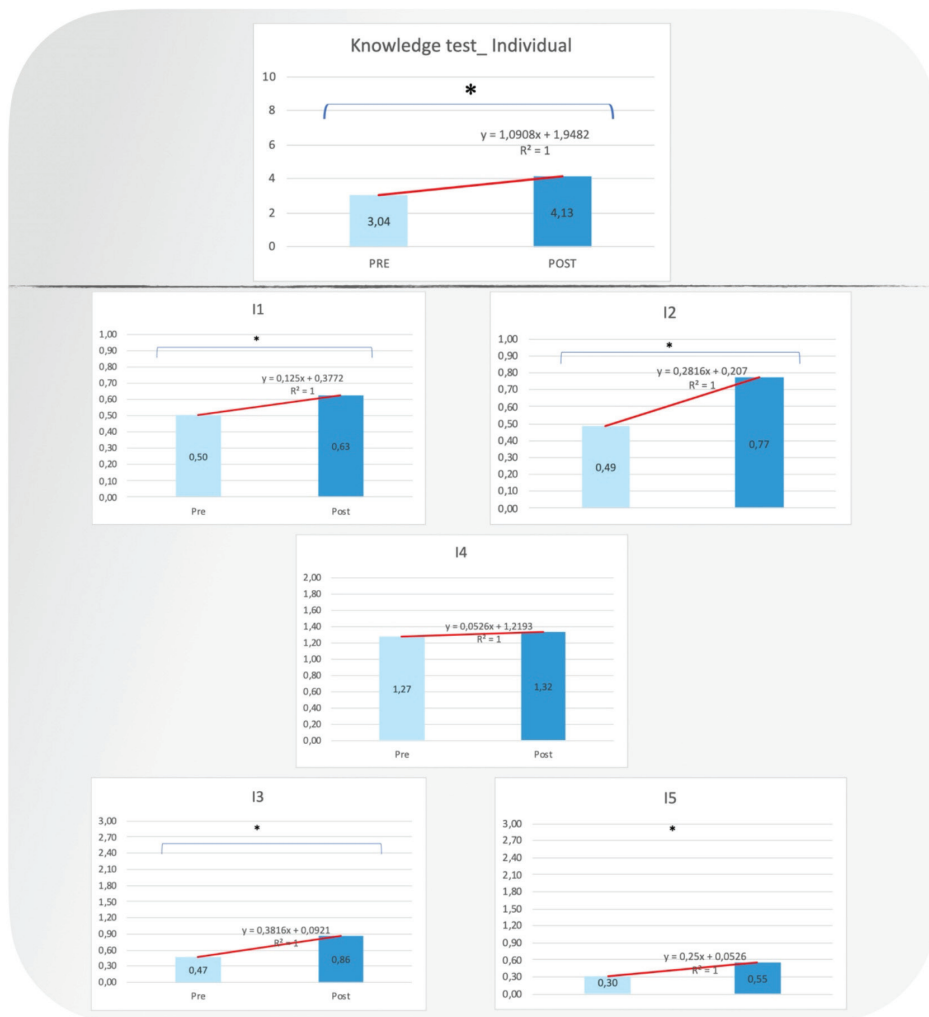
Dependent variables	Sig. asin. (bilateral)	Effect size
TOTAL_I_10p	,001*	r= .38
I1_1p	,001*	r= .22
I2_1p	,001*	r= .46
I3_3p	,001*	r= .28
I4_2p	,499	r= .05
I5_3p	,008*	r= .17

\* $p<0.05$

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_ tecnologia	Actitud_ afecto	Actitud_ global	Actitud_ ansiedad	Actitud_ tecnologia	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](http://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>
- Emmioglu, 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\(2\)\\_Emmioglu.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ11(2)_Emmioglu.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](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](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 Koc, 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 Shaharane, 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](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

**I1)** 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.

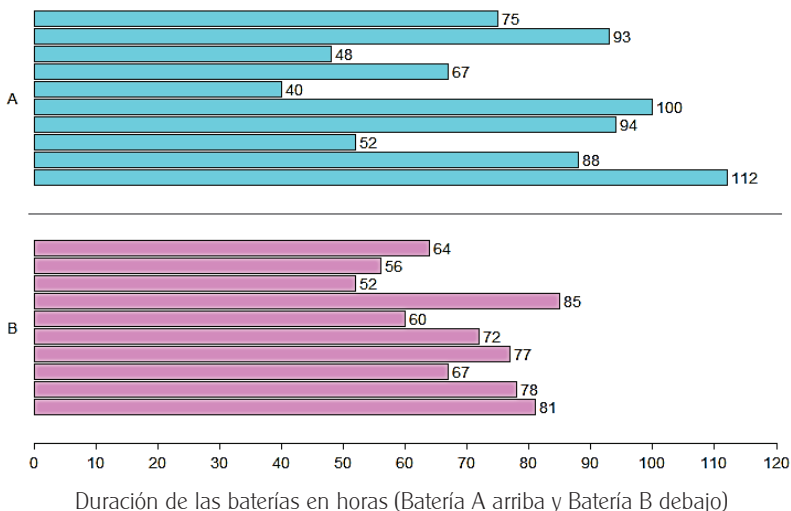
Aleix:	21	16	23	21	20	17	16	22
Sergi:	24	18	21	25	22	28		

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.

**I2)** 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b) El número de alumnos de cada clase de nuestro centro que practican un deporte de equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c) El tiempo que los alumnos pasan conectados a las redes sociales diariamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d) La red social más popular de nuestro instituto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e) El número de calzado de los profesores de nuestro centro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

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



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:

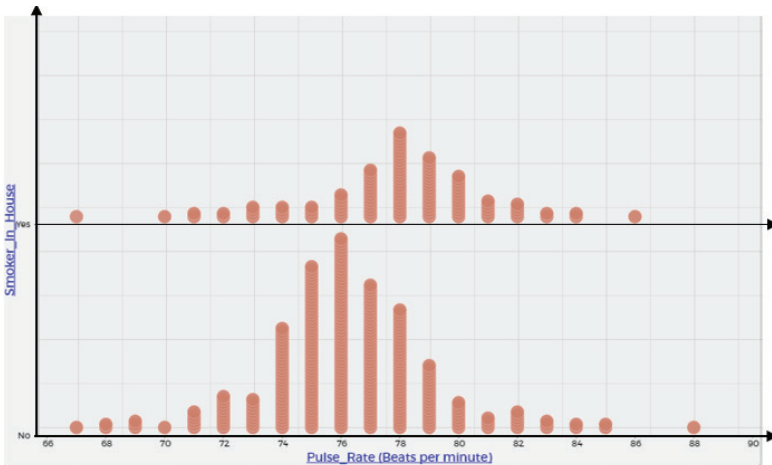
	Longitud mediana
Equipo A	3.6 m
Equipo B	4.8 m

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.				

### Anexo 3. 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...).				
<b>7-pre.</b> Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado.				
<b>7-post.</b> 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.				
<b>12-pre.</b> Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles.				
<b>12-post.</b> Tengo miedo de la estadística ya que ha sido una de las asignaturas más difíciles.				
13. Soy competente con el uso del ordenador.				
<b>14-pre.</b> Puedo aprender estadística fácilmente.				
<b>14-post.</b> 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.				

## Anexo 4. Primera propuesta del cuestionario de actitudes hacia la estadística – 22 ítems

<b>CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA Y LA TECNOLOGÍA</b>				
	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
<b>1a.</b> Tendré dificultades para comprender la estadística debido a que no sé pensar los problemas.				
<b>1b.</b> Tengo dificultades para comprender la estadística debido a que no sé pensar los problemas.				
<b>2a.</b> Tendré dificultades con la estadística porque cometo muchos errores matemáticos.				
<b>2b.</b> Tengo dificultades con la estadística porque cometo muchos errores matemáticos.				
<b>3.</b> Disfruto aprendiendo estadística.				
<b>4.</b> Cuando resuelvo un problema estadístico me cuesta pensar con claridad.				
<b>5.</b> La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil.				
<b>6.</b> Comprendo el razonamiento estadístico fácilmente.				
<b>7.</b> Me resulta útil e interesante estudiar estadística.				
<b>8.</b> Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos (Excel, CODAP...).				
<b>9.</b> Cuando trato de resolver un problema estadístico me siento muy nervioso.				
<b>10.</b> Puedo crear gráficos estadísticos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP...).				
<b>11a.</b> Creo que durante las clases de estadística me sentiré estresado.				
<b>11b.</b> Creo que durante las clases de estadística me siento estresado.				
<b>12.</b> Aprender estadística es fácil.				
<b>13.</b> La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística (Excel, CODAP...).				
<b>14.</b> La estadística me asusta.				
<b>15.</b> La estadística me provoca ansiedad.				
<b>16.</b> Estoy tranquilo y relajado cuando tengo que resolver un problema estadístico.				
<b>17a.</b> Tengo miedo de la estadística ya que creo que es una de las asignaturas más difíciles.				
<b>17b.</b> Tengo miedo de la estadística ya que ha sido una de las asignaturas más difíciles.				
<b>18.</b> Soy competente con el uso del ordenador.				
<b>19a.</b> Puedo aprender estadística fácilmente.				
<b>19b.</b> He podido aprender estadística fácilmente.				
<b>20a.</b> No sabré en qué consiste la estadística.				
<b>20b.</b> No sé en qué consiste la estadística.				
<b>21.</b> Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase.				
<b>22.</b> El uso de tecnología hace más interesante el aprendizaje de la estadística.				

## Anexo 5. Carta para los expertos

Distinguido/a (*nombre del experto*),

En el marco de un proyecto Erasmus+ sobre innovación educativa en análisis de datos (SPIDAS), estamos realizando un estudio sobre las actitudes hacia la estadística del alumnado de Educación Secundaria. Para llevarlo a cabo queremos validar una escala tipo Likert, mediante el juicio de expertos. Dada su experiencia en la temática, nos gustaría solicitar su colaboración para concluir la validez de contenido del instrumento de recolección de datos.

Nuestro objetivo último es mejorar las actitudes hacia la estadística de los estudiantes, a través de un aprendizaje de las matemáticas basado en creatividad colaborativa con tecnología.

Su valiosa ayuda radicará en evaluar los aspectos detallados a continuación, de cada uno de los ítems planteados en el cuestionario (ver tabla adjunta):

- Univocidad. Valore la claridad lingüística de los enunciados. Marque con una cruz, sabiendo que la escala del 1 al 4 indica:

**1** = no apropiado, **2** = necesita revisión significativa, **3** = necesita revisión menor, **4** = apropiado

En caso de valorar 2-3, agradeceríamos su sugerencia o comentarios acerca de las orientaciones en que debería revisarse.

- Pertinencia. Valore la adecuación y la correspondencia de los enunciados al objeto de evaluación, en función de si considera que el enunciado es perteneciente o no al tema que se pretende medir. Marque con una cruz, sabiendo que la escala del 1 al 4 indica:

**1** = no apropiado, **2** = necesita revisión significativa, **3** = necesita revisión menor, **4** = apropiado

En caso de valorar 2-3, agradeceríamos su sugerencia o comentarios acerca de las orientaciones en que debería revisarse.

- Relevancia. Valore el alcance específico de los enunciados para medir una actitud hacia la estadística. Marque con una cruz, sabiendo que la escala del 1 al 4 indica:

**1** = nada relevante, **2** = poco relevante, **3** = bastante relevante, **4** = muy relevante

Agradecemos sinceramente su colaboración. Atentamente,

Manoli Pifarré y Andreea Cujba

CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA		Univocidad				Pertinencia				Relevancia			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Tendré dificultades para comprender la estadística debido a mi forma de pensar. <b>(Pretest)</b> Tengo dificultades para comprender la estadística debido a mi forma de pensar. <b>(Posttest)</b> Comentario/Sugerencia:												
2.	Tendré muchos errores matemáticos en estadística. <b>(Pretest)</b> Tengo muchos errores matemáticos en estadística. <b>(Posttest)</b> Comentario/Sugerencia:												
3.	Disfruto aprendiendo estadística. Comentario/Sugerencia:												
4.	Cuando resuelvo un problema estadístico no puedo pensar con claridad. Comentario/Sugerencia:												
5.	La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más fácil. Comentario/Sugerencia:												
6.	Puedo comprender el razonamiento estadístico fácilmente. Comentario/Sugerencia:												
7.	La estadística es interesante. Comentario/Sugerencia:												
8.	Me gusta utilizar el ordenador para resolver problemas estadísticos. Comentario/Sugerencia:												
9.	Estudiar estadística me hace sentir muy nervioso. Comentario/Sugerencia:												
10.	Puedo crear gráficos con el ordenador fácilmente (Excel, CODAP ...) Comentario/Sugerencia:												

11. Durante las clases de estadística me sentiré estresado. <b>(Pretest)</b> Durante las clases de estadística me siento estresado. <b>(Posttest)</b> Comentario/Sugerencia:																				
12. Aprender estadística es fácil para mí. Comentario/Sugerencia:																				
13. La tecnología me ayuda a comprender mejor la estadística. Comentario/Sugerencia:																				
14. La estadística me asusta. Comentario/Sugerencia:																				
15. La estadística me provoca ansiedad. Comentario/Sugerencia:																				
16. Estoy tranquilo y relajado cuando tengo que resolver un problema estadístico. Comentario/Sugerencia:																				
17. Tengo miedo de la estadística ya que es una de las asignaturas más difíciles. Comentario/Sugerencia:																				
18. Soy muy bueno con el uso del ordenador. Comentario/Sugerencia:																				
19. Puedo aprender estadística fácilmente. Comentario/Sugerencia:																				
20. No sabré en que consiste la estadística. <b>(Pretest)</b> No sé en que consiste la estadística. <b>(Posttest)</b> Comentario/Sugerencia:																				
21. Comprendo la estadística mejor que la mayoría de los compañeros de mi clase. Comentario/Sugerencia:																				

<b>22. La tecnología hace que el aprendizaje de la estadística sea más interesante. Comentario/Sugerencia:</b>																				
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Anexo 6. Prueba de evaluación del aprendizaje de la estadística - individual

NOMBRE DEL ALUMNO:  
CENTRO EDUCATIVO:

CURSO Y CLASE:  
FECHA:

### RESUELVE LOS SIGUIENTES PROBLEMAS INDIVIDUALMENTE

**I1)** 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		

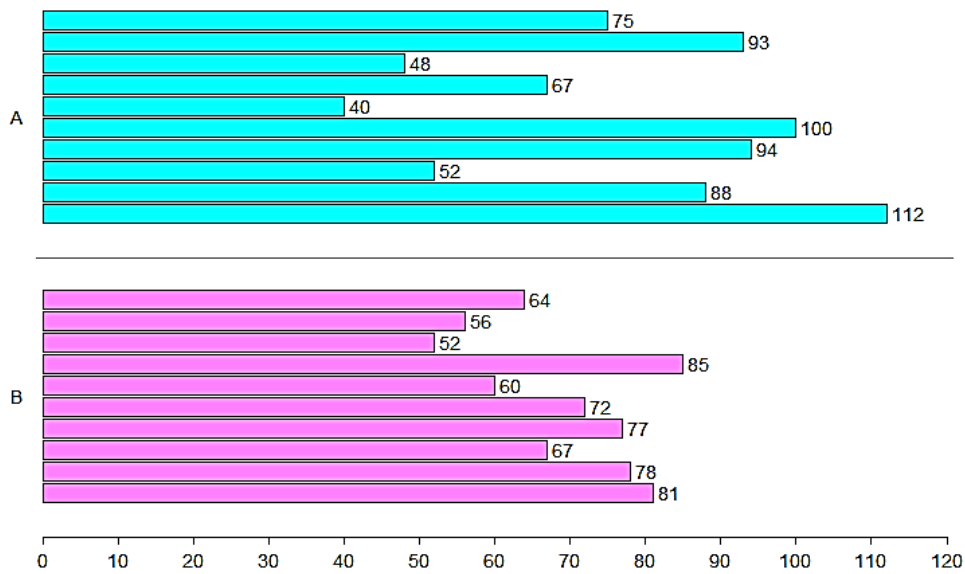
Si el entrenador solo puede seleccionar uno de los dos jugadores, ¿quién le recomendarías que cogiera y por qué? Explica las razones de tu decisión.

**I2)** 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b) El número de alumnos de cada clase de nuestro centro que practican un deporte de equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c) El tiempo que los alumnos pasan conectados a las redes sociales diariamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d) La red social más popular de nuestro instituto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e) El número de calzado de los profesores de nuestro centro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



13) 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.

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

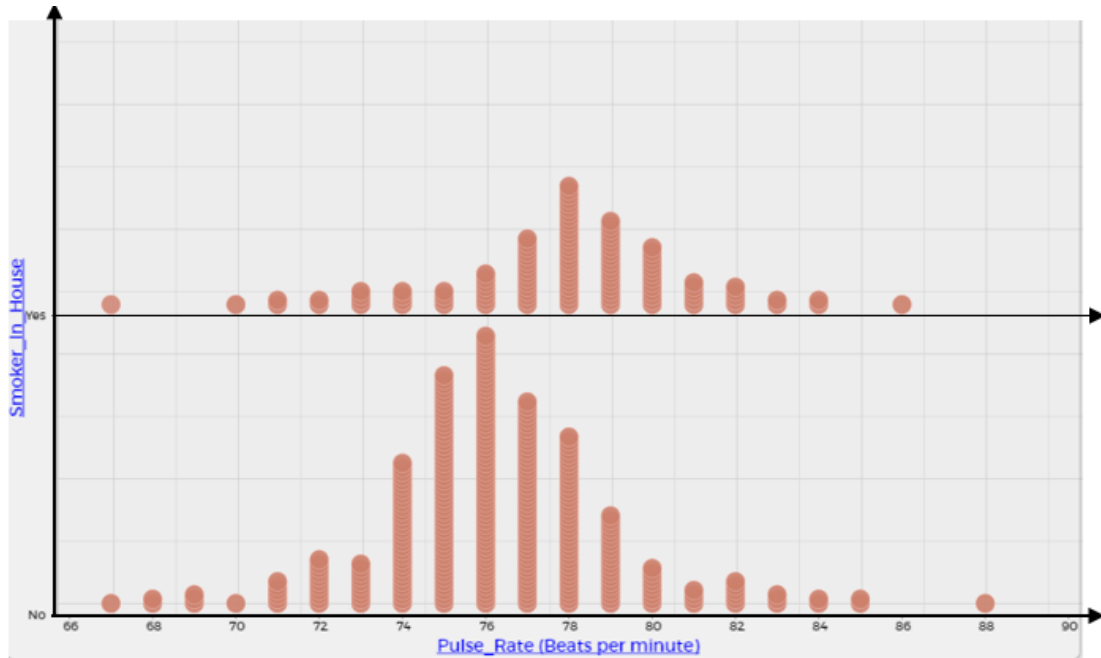
	Longitud mediana
Equipo A	3.6 m
Equipo B	4.8 m

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 7. Prueba de evaluación del aprendizaje de la estadística – grupal

NOM DE L'ALUMNE:

CURS I CLASSE:

CENTRE EDUCATIU:

DATA:

### RESOL ELS SEGÜENTS DOS PROBLEMES EN GRUP

**G1)** A la taula de sota trobaràs part de les dades recollides de 496 alumnes d'educació secundària d'Europa. Aquestes dades pertanyen a una enquesta més àmplia que s'ha passat a totes les escoles de secundària d'Europa. El conjunt de dades inclouen la següent informació sobre els alumnes:

*Descripció de l'atribut:*

**Gènere:** Gènere dels alumnes (femení o masculí)

**Edat:** L'edat dels alumnes en anys

**País:** País on viuen

**Hores d'esports/setmana:** Número d'hores que els alumnes practiquen esport, a la setmana

**Hores de dormir:** Número d'hores que els alumnes dormen de mitjana al dia

**Joc d'ordinador/mòbil més popular:** El joc d'ordinador o mòbil més jugat per cada alumne (han triat entre els jocs populars Fortnite, Clash Royale, Call of Duty o cap)

**Aplicació mòbil més popular:** L'aplicació mòbil més utilitzada per cada alumne (han triat entre les aplicacions populars Instagram, Tik Tok, Whatsapp o cap)

**Dormir prop del mòbil:** Si els estudiants tenen el seu mòbil al costat mentre dormen

**Notes:** Les notes del trimestre passat de cada alumne, de mitjana

	Gènere	Edat	País	Hores d'esport per setmana	Hores de dormir	Joc d'ordinador/mòbil més popular	Aplicació mòbil més popular	Dormir prop del mòbil	Notes
475	femení	18	UK	0	5	Cap	Instagram	Si	5
476	masculí	13	França	0	6	Fortnite	Tik Tok	Si	5
477	masculí	16	Espanya	0	6	Clash Royale	Instagram	Si	4
478	masculí	15	Turquia	1	5	Fortnite	Instagram	Si	6
479	masculí	13	Espanya	3	8	Fortnite	Instagram	No	8
480	femení	17	França	5	8	Call of Duty	WhatsApp	Si	10
481	femení	12	UK	2	5	Fortnite	Tik Tok	Si	8
482	masculí	16	Alemanya	0	5	Clash Royale	Tik Tok	Si	4,5
483	femení	13	Turquia	2	7	Clash Royale	Tik Tok	No	8
484	femení	12	UK	3	8	Cap	Cap	No	9
485	femení	14	Turquia	2	8	Cap	Instagram	No	9

486	masculí	14	França	0	6	Clash Royale	WhatsApp	Si	6
487	masculí	18	Alemanya	0	6	Fortnite	WhatsApp	Si	5,5
488	masculí	13	França	0	7	Clash Royale	Tik Tok	Si	6
489	femení	14	Alemanya	3	7	Clash Royale	Tik Tok	Si	10
490	femení	15	Espanya	4	8	Fortnite	Instagram	Si	10
491	femení	13	Turquia	3	6	Cap	Instagram	No	9
492	masculí	16	França	3	8	Call of Duty	Tik Tok	Si	8,5
493	masculí	13	Espanya	4	6	Clash Royale	Tik Tok	Si	9,5
494	femení	13	França	3	8	Cap	Tik Tok	No	9
495	femení	14	Alemanya	5	8	Cap	WhatsApp	No	10
496	masculí	12	UK	4	7	Call of Duty	Cap	Si	9

**G1.1.** Si tinguéssiu les dades dels 496 alumnes, quina de les següents preguntes de recerca podríeu respondre?

Si trieu "Sí", expliqueu com podríeu respondre la pregunta (per exemple, podeu necessitar dibuixar un gràfic, calcular la mitjana, calcular la mediana, calcular la moda, calcular el rang, comparar %, comparar freqüències...o altres).

Si seleccioneu "NO", expliqueu quines altres dades necessitariu per poder respondre a la pregunta.

	SI	NO	Explicació
a) Quantes hores d'esport practiquen els estudiants de França?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b) Quin és el joc d'ordinador/mòbil més popular entre els estudiants alemanys?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c) Quin grup d'estudiants tendeixen a dormir més hores, els estudiants que dormen a prop dels seus mòbils o aquells que no dormen prop del mòbil?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d) Hi ha alguna relació entre el temps que els alumnes dediquen a fer esport i els resultats acadèmics que obtenen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e) Tenint en compte la relació entre el rendiment acadèmic i el temps que els estudiants dediquen a fer esport, creus que els adolescents haurien de practicar més esport?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**G1.2.** Tenint en compte les dades que es presenten a la taula, quina és la població de l'estudi? Expliqueu la vostra decisió.

- a) Tots els alumnes europeus d'educació secundària
- b) 496 alumnes europeus d'educació secundària

c) No ho podem saber amb les dades proporcionades

Explicació de la vostra decisió:

**G1.3.** Tenint en compte les dades que es presenten a la taula, quina és la mostra de l'estudi? Expliqueu la vostra decisió.

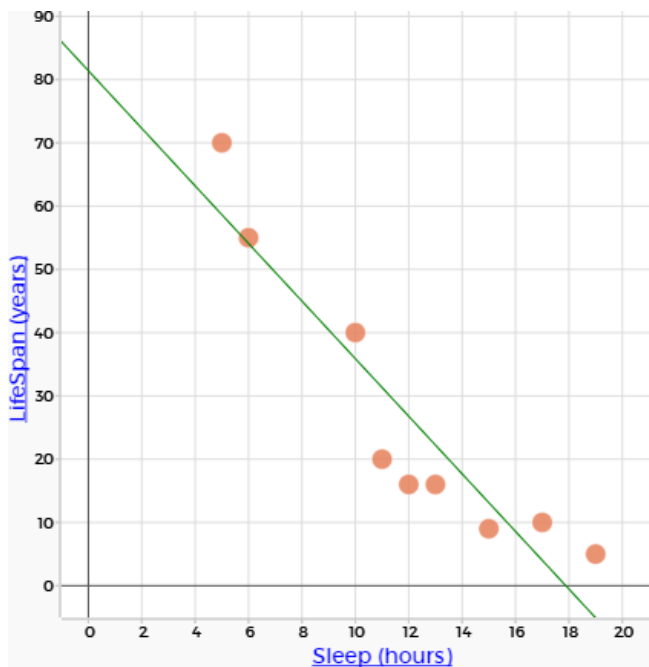
- a) Tots els alumnes europeus d'educació secundària
- b) 496 alumnes europeus d'educació secundària
- c) No ho podem saber amb les dades proporcionades

Explicació de la vostra decisió:

**G1.4.** Una variable és:

- a) Una manera d'agrupar objectes o persones
- b) Un atribut o característica dels objectes o persones
- c) Els objectes o les persones que volem estudiar

**G2)** El gràfic següent mostra l'esperança de vida de 9 mamífers a l'eix Y (titulat "LifeSpan(years)") i el número d'hores que l'animal dorm en un dia a l'eix X (titulat "Sleep(hours)").



**A.** Segons el gràfic, quina de les següents afirmacions és correcta o incorrecta? Expliqueu les vostres raons.

- a) Quan el temps de dormir incrementa, l'esperança de vida incrementa.

Correcte                       Incorrecte

Raoneu la vostra resposta:

b) Quan el temps de dormir incrementa, l'esperança de vida disminueix.

Correcte                       Incorrecte

Raoneu la vostra resposta:

c) Si un mamífer dorm 12 hores en un dia, la seva esperança de vida serà de 20 anys.

Correcte                       Incorrecte

Raoneu la vostra resposta:

**B.** Estimeu l'esperança de vida d'un mamífer que dorm 8 hores al dia: ..... anys

Expliqueu com heu fet l'estimació:

