

UN RECORRIDO DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN PARA LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA ESTADÍSTICA¹

A study and research path for the university teaching of statistics

Markulin, K.^a, Bosch, M.^a y Florensa, I.^b

^aIQS School of Management, Univ. Ramon Llull, ^bEscola Universitària Salesiana de Sarrià, UAB

Resumen

Presentamos una experimentación piloto de un recorrido de estudio e investigación (REI) para la enseñanza de la estadística en un segundo curso de grado en administración y dirección de empresas. El trabajo se sitúa en la teoría antropológica de lo didáctico y se propone avanzar en el problema de la integración de los REI en la enseñanza universitaria para el caso de la estadística. Describimos el REI experimentado y lo analizamos a partir de observaciones de la experimentación y de una serie de entrevistas semiestructuradas a estudiantes del curso. Los resultados obtenidos proporcionan nuevos criterios para el diseño y gestión tanto de los REI como de la asignatura en la que se integran.

Palabras clave: *teoría antropológica de lo didáctico, estadística, enseñanza universitaria, recorridos de estudio e investigación, aprendizaje por proyectos*

Abstract

We present a pilot experiment of a study and research path (SRP) for the teaching of statistics in a second year of a degree in business administration and management. The work is situated in the anthropological theory the didactic and proposes to advance in the problem of the integration of SRPs in university teaching in the case of statistics. We describe the experienced SRP and analyse it based on class observations and semi-structured interviews with the students of the course. The results obtained provide new criteria for the design and management of both the SRPs and the corresponding subjects.

Keywords: *anthropological theory of the didactic, statistics, university teaching, study and research paths, project-based learning*

LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA POR PROYECTOS Y LOS RECORRIDOS DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN

En los años 90 la estadística se definió como la ciencia de los datos y se destacó la importancia del contexto del que proceden los datos empíricos y que estos permiten estudiar. Wild y Pfannkuch (1999) destacan la necesidad de datos, la “transnumeración” (o visualización) y el razonamiento dentro del contexto de la estadística. Para destacar la idea principal de este ámbito, Batanero, Díaz, Contreras y Roa (2013) explican “el *sentido estadístico* como unión de la cultura estadística y el razonamiento estadístico” (p.8). Estos autores distinguen la “competencia en análisis de datos” y el “razonamiento estadístico”, afirmando que la primera no implica necesariamente el segundo. Para crear un puente entre los conceptos matemáticos y el entorno estadístico “vivo”, proponen el trabajo con proyectos e investigaciones como método para desarrollar el *sentido estadístico* de los estudiantes. Consideran que una investigación estadística comprende las siguientes fases: planteamiento de un problema, decisión sobre los datos a recoger, recogida y análisis de datos y

¹ Esta investigación ha sido realizada dentro del proyecto RTI2018-101153-B-C21 del Programa Estatal de I+D+i orientado a los Retos de la Sociedad (MCIU/AEI/FEDER, UE).

Markulin, K., Bosch, M. y Florensa, I. (2021). Un recorrido de estudio e investigación para la enseñanza universitaria de la estadística. En Diago, P. D., Yáñez D. F., González-Astudillo, M. T. y Carrillo, D. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 417 – 424). Valencia: SEIEM.

obtención de conclusiones sobre el problema planteado. También muestran que los proyectos no solo permiten movilizar conocimientos técnicos, sino también conocimientos estratégicos “conocimientos estratégicos” (saber cuándo hay que usar un concepto o gráfico dado), al tiempo que aumenta la motivación de los estudiantes. Finalmente, indican que, para planificar bien un proyecto de este tipo, es fundamental conocer el contenido que se va a introducir o aplicar a partir de los conocimientos previos de los estudiantes.

Asumimos los principios que indican estos autores sobre la pertinencia del uso de proyectos para la enseñanza de la estadística, principios que han corroborado otras investigaciones en el área (Godino, Arteaga y Estepa, 2013; Spence, Bailey y Sharp, 2017).

Durante estos últimos 15 años, se ha desarrollado una línea de investigación en el marco de la teoría antropológica de lo didáctico (TAD) sobre el diseño, implementación, análisis y desarrollo de un nuevo tipo de propuesta didáctica, los *recorridos de estudio e investigación* (REI). Con el fin de avanzar en el estudio de las posibilidades que ofrece la enseñanza de la estadística basada en proyectos, proponemos utilizar este dispositivo didáctico como marco para el diseño, la implementación y el análisis de propuestas, siguiendo la metodología de la ingeniería didáctica (Barquero y Bosch, 2015; García, Barquero, Florensa y Bosch, 2019). Un estudio reciente (Quéré, 2019) muestra que la propuesta de los REI se puede también adaptar a la enseñanza de la estadística, de forma coherente con el trabajo por proyectos y las recomendaciones del informe GAISE (Carver, College, Everson y Ohio, 2016).

La propuesta de los REI consiste en organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de la consideración de cuestiones abiertas que se plantean a los estudiantes para que elaboren respuestas bajo la dirección del profesor o profesores. Se parte de una cuestión inicial o cuestión generatriz que dirige todo el estudio y genera una arborescencia de cuestiones derivadas. En el proceso de elaboración de las respuestas a estas cuestiones, aparecen actividades de investigación (búsqueda de información, recogida de datos, confrontación de la información recogida, producción de respuestas parciales, etc.) y actividades de estudio para entender las informaciones recogidas, adquirir y ser capaces de movilizar nuevos conocimientos y nuevas herramientas de análisis (Chevallard, 2013). Por lo tanto, los REI integran dentro del proceso de investigación, el estudio de nuevos conocimientos o saberes. Según Artigue y Blomhøj (2013), pueden considerarse como un caso particular de enseñanza por investigación o por proyectos en el sentido específico que se le da en la TAD.

Hasta la fecha, y sólo considerando la educación universitaria, se ha analizado la aplicación de varios REI para estudiantes de ingeniería, química, ciencias médicas, economía y administración y gestión de empresas (Bosch, 2018; Florensa, 2018; Lucas, 2015; Parra y Otero, 2017; entre otros). Estas investigaciones muestran diferentes modalidades de integración de los REI en la organización de las asignaturas (articulando un curso entero, desarrollándose como un proyecto en una parte parcial del curso, etc.) y utilizan distintas herramientas para la gestión de los REI originadas en la investigación didáctica, en particular, el uso de los mapas de preguntas y respuestas.

El estudio que presentamos se inscribe en un proyecto de tesis doctoral cuyo objetivo es avanzar en la difusión y el impacto de los REI en la enseñanza universitaria tomando como punto de partida la propuesta de Quéré (2019) sobre la enseñanza de la estadística. Nuestra propuesta es analizar la ecología didáctica de los REI en estadística, es decir, las condiciones que permiten su aplicación en el aula y las limitaciones de todo tipo (epistemológicas, pedagógicas, escolares y sociales) que impiden su desarrollo generalizado. En esta comunicación, presentamos un primer trabajo exploratorio sobre un REI piloto que hemos experimentado en una asignatura de estadística de segundo curso del grado de administración y dirección de empresas. Nos proponemos por lo tanto analizar el desarrollo de la experimentación de dicho REI.

EXPERIMENTACIÓN PILOTO DEL REI

La experimentación del REI que analizamos aquí corresponde a las tres últimas semanas de la asignatura de Estadística (6 ECTS) del segundo curso de grado en Administración y Dirección de Empresas. La asignatura se estructura en dos sesiones semanales de dos horas de trabajo teórico y práctico con el paquete R Commander (Rcmdr) de R. El curso se impartió a tres grupos de 41, 39 y 31 estudiantes, uno en castellano y los otros dos en inglés. Dos profesoras impartieron el curso conjuntamente en el aula, una con años de experiencia de la enseñanza universitaria y otra recién incorporada como ayudante y estudiante de doctorado. El curso consistía en una primera parte de unas 20 sesiones (10-12 semanas) organizadas en el estudio de un total de 5 casos quincenales donde se trabajaban con datos reales, recogidos por los propios estudiantes o proporcionados por las profesoras, y se abordaban los siguientes temas: análisis descriptivo de una variable, análisis descriptivo de relaciones entre dos variables, distribuciones de frecuencias y probabilidad, inferencia y distribuciones muestrales, contrastes de hipótesis. Esta primera parte acababa con un examen parcial donde los estudiantes debían interpretar los resultados de un estudio a partir de ciertos outputs de Rcmdr (gráficos, resúmenes estadísticos, tests de hipótesis). Las tres últimas semanas se dedicaron al proyecto que aquí presentamos, con un total de 6 sesiones de dos horas.

El proyecto se presentó como una colaboración conjunta entre departamento de métodos cuantitativos y un grupo de investigación de marketing de la misma facultad. Este grupo estaba iniciando una investigación sobre el comportamiento y los motivos de los veganos y vegetarianos sobre su dieta (motivaciones, valores, comportamientos de compra, etc.). El estudio estaba basado en una encuesta previamente diseñada por el equipo investigador. A los estudiantes se les entregó la encuesta realizada, y ellos se encargaron de reunir datos, organizar el estudio y elegir su foco de estudio por equipos. Las sesiones de clase estaban poco estructuradas para permitir a los estudiantes trabajar de forma autónoma bajo la supervisión de las dos profesoras. Solo había dos plazos estrictos: la presentación de un informe intermedio para mostrar el avance de cada equipo y la presentación de los resultados finales en formato póster, durante la última clase del curso. El informe intermedio era obligatorio y tenía por objeto proporcionar una retroalimentación concreta de los profesores y señalar los puntos fuertes y débiles de las vías de análisis. Durante la sesión de pósteres, cada equipo tuvo cinco minutos para presentar su trabajo y 10 minutos para defender sus propuestas discutiendo con un jurado formado por tres profesores de distintos departamentos. El proyecto pesaba un 30% de la calificación del curso y se evaluó mediante la presentación del póster y la defensa (20%), junto con el informe intermedio y el trabajo en clase (10%). Se evaluaron los aspectos siguientes: formulación del problema abordado, descripción del cuestionario y de la muestra, variables consideradas y creadas, calidad del análisis (gráfico, numérico y tests), principales resultados, conclusiones, nuevas cuestiones formuladas, redactado y visualización, presentación oral.

El objetivo de implementar este proyecto en la asignatura era doble. Como componente del curso, su función era proporcionar a los estudiantes un caso real, surgido de una investigación en curso, donde los estudiantes debían responsabilizarse de una gran parte del análisis estadístico. Es decir, debían recoger ellos mismos los datos y analizarlos de la manera que consideraran más pertinente. De esta forma, la asignatura acababa con una actividad estadística genuina en la que los estudiantes debían utilizar todos los conocimientos y destrezas aprendidos para un objetivo concreto. Pero el proyecto también tenía un objetivo desde el punto de vista de nuestra investigación. Lo experimentamos como caso piloto de *recorrido de estudio e investigación* (REI) para ser analizado e implementado de nuevo durante el curso 2020/21. Esta experimentación debía servirnos para explorar la organización didáctica del proceso, los dispositivos que facilitan su realización y las restricciones que podrían limitarla. El diseño del REI se basó en las siguientes fases o *dispositivos didácticos*, a la que añadimos las condiciones finales en que se realizaron:

1. *Objetivo del estudio y recogida de datos*. Presentación del estudio de dietas vegetales y del cuestionario por parte de la profesora del curso y recogida de datos por parte de los

estudiantes, con un mínimo de 15 individuos por estudiante (5 veganos y 10 vegetarianos aproximadamente). Los estudiantes tuvieron dos semanas para ello, una de las cuales coincidió con el inicio del proyecto en clase.

2. *Formulación de cuestiones.* Análisis del texto de cuestionario para que los estudiantes plantearan las cuestiones a las que cada equipo iba a aportar respuestas con el análisis de los datos recogidos. Esta actividad duró dos sesiones debido al retraso en la recogida de datos.
3. *Análisis libre de los datos recogidos* focalizándose cada equipo en un pequeño número de cuestiones relacionadas (es decir, en una parte del cuestionario).
4. *Informe intermedio.* Presentación de los primeros resultados obtenidos por cada equipo en un informe escrito de estructura similar a la de los casos que se entregaban durante el curso: cuestiones planteadas, descripción de la muestra, análisis de las respuestas, conclusiones, limitaciones y nuevas cuestiones.
5. *Preparación del póster.* Desarrollo de los análisis después de obtener feedback del informe intermedio y preparación del póster con una síntesis de los resultados obtenidos.
6. *Presentación de resultados* en la sesión de pósteres delante de un jurado formado por tres profesores de distintos departamentos.

CUESTIONES DE INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA

Las cuestiones que nos planteamos en esta fase de la investigación son las siguientes:

C1: ¿Qué dispositivos didácticos (recogida de datos, identificación de cuestiones generatrices, trabajo libre en equipo bajo la supervisión de las profesoras, preparación del informe intermedio, preparación del poster y defensa) implementados durante el proyecto piloto han funcionado según lo previsto? ¿Cuáles no y por qué motivos?

C2: ¿Qué criterios para el diseño de nuevos REI para la enseñanza de la estadística en la universidad pueden desprenderse de la experimentación piloto?

Con el fin de analizar el resultado de la implementación del proyecto piloto realizamos un estudio cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas a una muestra de seis estudiantes (tres chicos y tres chicas) realizadas por la profesora ayudante, sin la presencia de la profesora titular, y con la asignatura ya evaluada. Las entrevistas duraron unos 35 minutos en promedio, se grabó el audio y se transcribieron. La muestra estaba formada por un par de estudiantes de cada grupo y en total representaban cuatro equipos de trabajo. Para poder obtener el máximo de información sobre C1 y C2, los estudiantes fueron elegidos entre los equipos que hicieron buenas presentaciones, entregaron los informes intermedios dentro de los plazos marcados e hicieron la mayor parte del proyecto durante las sesiones de clase, lo que permitió a los profesores seguir mejor su investigación. Se trataba pues de estudiantes con buen rendimiento y buena predisposición hacia la asignatura.

El guion de las entrevistas se focalizó en los siguientes aspectos o hipótesis iniciales que involucran los seis dispositivos didácticos descritos anteriormente:

- H1. *Objetivo del estudio.* El objetivo del proyecto no se formuló bien, aunque el tema fuera interesante y digno de análisis.
- H2. *Recopilación de datos.* La recopilación de datos fue precipitada y poco fiable.
- H3. *Formulación de cuestiones a partir del cuestionario.* Por problemas de calendario (falta de tiempo para recoger los datos), se utilizaron dos sesiones para formular preguntas a partir del cuestionario y guiar los análisis posteriores. El trabajo de los estudiantes durante estas sesiones no estuvo bien guiado ni fue productivo.
- H4. *Uso de conocimientos y herramientas estadísticos del curso.* Las clases previas y los estudios de caso proporcionaron herramientas y conocimientos apropiados para la realización del proyecto.

- H5. *Trabajo en equipo*. Una vez recopilados los datos, el trabajo en equipo no planteó demasiadas dificultades.
- H6. *Informes*. El informe intermedio y el póster final fueron útiles tanto para organizar el trabajo de los estudiantes como para la evaluación. Las sesiones de trabajo libre en clase tuvieron un rendimiento muy irregular.
- H7. *Calendario*. El período en que se realizó el proyecto (final del semestre) fue perturbado por exámenes parciales y trabajos de otras asignaturas. Hubiera sido mejor realizar el proyecto durante todo el curso en paralelo con las clases y estudio de casos.
- H8. *Sesión de pósters*. Funcionó bien como trabajo de síntesis y difusión de los resultados obtenidos por cada equipo de estudiantes y el formato de organización resultó apropiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los siguientes párrafos presentamos los resultados de las entrevistas ilustrándolos con algunas citas textuales de los estudiantes (E1, E2, ..., E6).

- Sobre el objetivo del estudio (H1), los estudiantes mostraron interés por la tema aunque no les quedó claro cuál era su tarea en el proyecto. E4: “Es un tema super actual, pero al principio era un poco difícil identificar las cosas.” E1: “Al principio las preguntas nos parecían extrañas, pero cuando las empezamos a analizar, empezamos a entenderlo”.
- La recopilación de datos (H2) se realizó personalmente o de forma indirecta y los encuestados consideran que los datos fueron válidos (no inventados). Les costó recoger la muestra y tenían poco tiempo para ello. E6: “Pedimos a los amigos vegetarianos que lo respondieran y que lo reenviaran a otros. No creo que hubiera datos falsos.” E4: “Todas mis respuestas fueron de contactos míos. El problema es que todos tenían el mismo rango de edad.”
- El cuestionario (H3) era complicado y con muchas preguntas. Las sesiones de trabajo sobre las preguntas no les parecieron útiles. E1: “Al principio las preguntas nos parecían extrañas. Pero cuando las empezamos a analizar, con gráficos y resúmenes, empezamos a entenderlo”
- Sobre el uso de conocimientos y herramientas estadísticos (H4) los alumnos se sentían bien preparados tanto con el contenido como en el trabajo en grupo. E3: “Podías aplicar lo que aprendiste en estadística y sabías qué hacer.” E6: “Creo que he aprendido más en el proyecto que en el resto del curso.”
- Sobre el trabajo en equipo (H5), afirman que los casos les ayudaron a organizarse bien, aunque la complejidad del estudio no les permitió repartirse el trabajo de forma simple (como hacían con los casos). E1: “Lo hicimos todo juntas porque lo queríamos entender todo. Primero queríamos repartir el trabajo, pero no pudimos por la complejidad del cuestionario.” E2: “Eso fue lo más difícil, yo creo. Saber cómo analizar, qué analizar, qué era importante y qué no era importante. Al final intentábamos llegar todos a un acuerdo entre todos.”
- El *feedback* de profesoras en clase (H6) y sobre todo el informe intermedio resultaron muy útiles. A algunos alumnos les hubiera gustado tener más guía por parte de las profesoras. E2: “Fue muy útil poder preguntar siempre que queríamos.” E5: “El informe intermedio fue muy útil, aunque en realidad trabajamos mucho más de lo que aparece en el póster final.”
- A la mayoría, el calendario (H7) les pareció apropiado, aunque hubieran querido disponer del cuestionario antes para tener más tiempo para recoger los datos. E3: “Para mí fue un poco corto. Me hubiese gustado una semana más.” E2: “Creo que estuvo bien que se hiciera hacia el final de curso, después del examen parcial porque es lo que siempre nos estresa más.”
- La elaboración y presentación del póster (H8) ha sido muy bien acogida y el esfuerzo de síntesis les pareció útil. E4: “Al final con las presentaciones de cada grupo pudimos tener una visión amplia de todo.” E2: “Aprendí que podías saber algo de cosas subjetivas de la gente y que, si se podía hacer con dietas vegetales, también se podía hacer con otros temas, como la política.” Un alumno considera que la presentación del póster fue demasiado corta y que no

estaba claro a quién iba dirigido el póster. E5: “Solo mejoraría la dirección del proyecto. Tiene que ser más claro. ¿Para quién estamos presentando y qué tipo de póster estamos haciendo?”

La Tabla 1 resume los resultados esperados y los inesperados en relación con las hipótesis formuladas, que nos servirán para el rediseño del proyecto para el curso que viene. En relación con las cuestiones de investigación sobre el diseño y desarrollo real del proyecto, así como las consecuencias para el rediseño del curso que viene, destacamos los siguientes aspectos que consideramos han favorecido su desarrollo y las consecuencias que se desprenden. Muchos de estos aspectos son clave en la gestión de un REI tal como se han puesto en evidencia en otros trabajos (Bosch, 2018), pero encuentran aquí una especificidad propia en relación con el trabajo estadístico de análisis de datos y las condiciones particulares de su implementación.

En relación con las cuestiones de investigación sobre el diseño y desarrollo real del proyecto, así como las consecuencias para el rediseño del curso que viene, destacamos los siguientes aspectos que consideramos han favorecido su desarrollo y las consecuencias que se desprenden. Muchos de estos aspectos son clave en la gestión de un REI tal como se han puesto en evidencia en otros trabajos (Bosch, 2018), pero encuentran aquí una especificidad propia en relación con el trabajo estadístico de análisis de datos y las condiciones particulares de su implementación.

Tabla 1. Resumen de resultados esperados e inesperados en relación con las hipótesis

<i>Resultados esperados / Hipótesis confirmadas</i>	<i>Resultados inesperados / Hipótesis rechazadas</i>
El objetivo del proyecto no se formuló bien, aunque el tema fuera interesante y digno de análisis (H1)	Los estudiantes encuestados consideran que la recogida de datos fue realizada en buenas condiciones (H2)
Las sesiones de análisis de la estructura del cuestionario no se organizaron bien (H3)	El trabajo en equipo se hizo de forma colaborativa, pero hubo algunas dificultades debido a la estructura de la encuesta y a los errores de los estudiantes durante los análisis (H5)
El trabajo previo del curso aportó las herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto (H4)	La ejecución del proyecto al final del semestre fue aprobada por los estudiantes e incluso se apreció que la mayor parte del trabajo se realizaba en las clases, lo que significaba un alivio para el estudio de los exámenes de otras asignaturas (H7)
El informe intermedio y la guía aportada por las profesoras fueron productivos (H6)	
La sesión final de pósteres cumplió su propósito (H8)	

Cuestión generatriz del REI y respuesta final. El tema elegido sobre las motivaciones y comportamientos de veganos y vegetarianos era real, actual e interesante para los estudiantes. Además, el resultado de los análisis era importante, si no para ellos, sí para el equipo de marketing que les encargó el estudio. El error fue no dar más protagonismo al equipo de marketing en la presentación y recepción del estudio para que los estudiantes pudieran plantearles las preguntas que les iban surgiendo. En general, la cuestión generatriz, el tipo de respuesta que se espera y su destino – a quién va dirigida y lo que se hará con ella –, deben ser enunciados cuidadosamente, evitando posibles malentendidos iniciales. Además, el hecho de utilizar un cuestionario ya diseñado, requería presentar bien el objetivo que perseguía y el porqué de su diseño. En positivo, consideramos muy acertada la presentación de los resultados finales en la sesión de pósteres, que obligó a los estudiantes a resumir sus resultados, resaltar sus principales contribuciones y difundirlos tanto al equipo de marketing como a otros profesores del centro.

Recogida de datos. Es bien sabido en el ámbito de la estadística (Batanero et al., 2013) que la recopilación de datos es una parte del estudio que puede parecer automática pero que resulta muy desafiante. Requiere por lo tanto una atención especial y debe ser guiada por el profesor-director de

proyecto, formando parte del mismo. Aquí se dejó un poco demasiado a cargo de los propios estudiantes, sin pedirles cuentas sobre el procedimiento seguido y sus consecuencias.

El REI y la asignatura. Es evidente en cuanto a la integración de los REI en la organización general de la asignatura que esta debe estar en armonía con el proyecto y viceversa. La estrategia seguida aquí es que el proyecto aparezca como el objetivo final del curso, la culminación práctica del trabajo realizado. Las respuestas de los estudiantes y nuestra propia vivencia muestran que las actividades del curso fueron una buena preparación para el trabajo del proyecto y que este permitió dar mayor sentido y pertinencia a las herramientas y conocimientos introducidos. Nuestras dudas sobre la pertinencia de programar el proyecto para final de curso o en paralelo con los casos de estudio quedaron disipadas, puesto que los estudiantes fueron unánimes sobre este punto.

Dispositivos didácticos. Si el proyecto se hace principalmente en equipo, es importante que este trabajo *en grupos* forme parte de la organización didáctica del curso, por ejemplo, aportando a los estudiantes dispositivos para la gestión de equipos o incluso (como fue en nuestro caso) exigir durante el curso entregas cortas por equipos, lo que fomenta la independencia y la sinergia cooperativa de los estudiantes. De todos modos, tal vez convendría que la gestión de los equipos formara parte de los informes que los estudiantes deben entregar regularmente, siguiendo la propuesta de Florensa (2018). Los *informes intermedios* durante el proyecto ayudaron a los estudiantes a mantener el ritmo de trabajo y reducir la probabilidad de que ciertos equipos pierdan el rumbo, pero también como puesta en común de resultados en gran grupo y para ayudar al profesor a retomar las riendas en algunos aspectos determinantes. En cuanto a la *evaluación*, en el REI piloto que presentamos esta se hizo de forma demasiado informal. En vistas a la experiencia vivida, consideramos importante estructurar mejor las sesiones de trabajo en grupo durante las clases, así como las consultas al profesorado, integrándolas en el sistema de evaluación, junto con el informe intermedio y el póster final.

Rol del profesorado. El hecho que los profesores participen en el proyecto desde la misma posición que los estudiantes en cuanto a su conocimiento del problema y cuestionario, puede resultar más una ayuda que una limitación en la gestión del recorrido. Descubrir conjuntamente con los estudiantes el interés de sus propios resultados es una experiencia formativa innegable para todos. Es importante también que la exposición final de los resultados se dirija a un público exterior al grupo clase (estudiantes y profesores), en coherencia con el origen y destino de la cuestión generatriz.

OBSERVACIONES FINALES

Hemos empezado hablando de la enseñanza por proyectos en el ámbito de la estadística y la propuesta de los REI por parte de la TAD que ofrece un marco para el diseño y análisis de propuestas de enseñanza más acordes con el paradigma del cuestionamiento del mundo (Chevallard, 2013). Tiene sentido preguntarnos qué puede aportar la propuesta de los REI a la implementación de una enseñanza de la estadística basada en proyectos. En la breve experimentación piloto que acabamos de presentar, podemos señalar los aportes siguientes. En primer lugar, la propuesta de los REI no se presenta como algo aislado, como un apéndice que se añadiría a una organización tradicional de la asignatura. Aunque el proyecto piloto que presentamos tuviera lugar al final de curso, podemos pensar que, en cierto sentido, el REI lo constituye toda la asignatura, donde, en la estrategia que hemos elegido, el “estudio” antecede en gran parte a la “investigación”, aunque siga habiendo investigación en el estudio de casos que antecede al proyecto final, y estudio en la realización del proyecto. De todos modos, consideramos que el equilibrio entre estudio e investigación podría estar más repartido y que, en particular, podría haber habido más “estudio” en la realización del proyecto: por ejemplo, exigir a los estudiantes que se informaran más sobre las dietas vegetales o incluir en los análisis alguna herramienta estadística nueva (por ejemplo, el análisis de clústeres o los gráficos tipo “facet-grid” para analizar relaciones entre 3 o más variables). En segundo lugar, la propuesta de los REI nos recuerda constantemente que la cuestión generatriz debe guiar siempre el estudio y que, en todo momento, el uso de tal o cual conocimiento (aquí herramienta estadística) debe aparecer como un

medio para obtener resultados interesantes para el proyecto. No importa cuán elemental o sofisticado es el análisis o conocimiento estadístico utilizado, sino el tipo de cuestión que uno se plantea y la respuesta que obtiene. Por ejemplo, en el proyecto piloto se valoró positivamente la iniciativa de un equipo de estudiantes de analizar tickets de la compra de familias no vegetarianas para determinar el porcentaje del gasto total que representa la carne y el pescado, como respuesta a la pregunta de si mantener una dieta vegetal es más caro o no que una omnívora. También se valoró que algunos grupos de estudiantes decidieran recodificar algunas de las variables del cuestionario para poder generar nuevos constructos y poder así responder a las cuestiones que consideraban más pertinentes. Finalmente, y este es para nosotros un problema abierto, los REI proponen que sea el grupo clase en su conjunto el que aborde el estudio de la cuestión generatriz, y no cada uno de los alumnos individualmente. En nuestro caso, la organización del REI se basa en el trabajo en equipos, pero no sabemos resolver bien la capitalización de los resultados de los distintos equipos para construir una respuesta común única para toda la clase. Quedará como uno de los objetivos de la próxima etapa de nuestra investigación.

Referencias

- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 797–810.
- Barquero, B. y Bosch, M. (2015). Didactic Engineering as a Research Methodology: From Fundamental Situations to Study and Research Paths. In *Task Design in Mathematics Education* (pp. 249–272).
- Batanero Bernabeu, M., Díaz Batanero, C., Contreras García, J. y Roa Guzmán, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, (83), 7–18.
- Bosch, M. (2018). Study and Research Paths: a model for inquiry. *International Congress of Mathematicians*, 3, 4001–4022.
- Carver, R., College, S., Everson, M. y Ohio, T. (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE)*. (July), 1–141.
- Chevallard, Y. (2013). Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a Favor de un Contraparadigma Emergente. *REDIMAT - Journal of Research in Mathematics Education*, 2(2), 61–1.
- Florensa, I. (2018). *Contributions of the epistemological and didactic analysis: question-answer maps in engineering and in teacher education*. Tesis doctoral. Universitat Ramon Llull.
- García, F. J., Barquero, B., Florensa, I. y Bosch, M. (2019). Diseño de tareas en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico. *Avances de Investigación En Educación Matemática*, (15), 75–94.
- Godino, J. D., Arteaga, P. y Estepa, A. (2013). Desafíos de la enseñanza de la estadística basada en proyectos. *Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*, 173–180.
- Lucas, C. (2015) *Una posible «razón de ser» del cálculo diferencial elemental en el ámbito de la modelización funcional*. Tesis doctoral. Universidad de Vigo.
- Parra, V. y Otero, M. (2017). Enseñanza de la matemática por recorridos de estudio e investigación: indicadores didáctico-matemáticos de las “dialécticas.” *Educacion Matematica*, 29(3), 9–49.
- Quéré, P. V. (2019). *Les mathématiques dans la formation des ingénieurs et sur leur lieu de travail : études et propositions (cas de la France)*. Tesis doctoral. Université de Brest (Francia).
- Spence, D. J., Bailey, B. y Sharp, J. L. (2017). The impact of student-directed projects in introductory statistics. *Statistics Education Research Journal* 16(1), 240-261.
- Wild, C. J. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248.