



# Investigación en Educación Matemática XVIII

M<sup>a</sup> Teresa González Astudillo  
Myriam Codes Valcarce  
David Arnau Vera  
Tomás Ortega del Rincón



VNIVERSIDAD  
SALAMANCA



IUFFyM





**Investigación en Educación Matemática**  
**XVIII**



**VNiVERSiDAD**  
**DSALAMANCA**



# Investigación en Educación Matemática

## XVIII

M<sup>a</sup> Teresa González, Myriam Codes, David Arnau, Tomás Ortega (Eds.)

Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática

Salamanca, 4, 5 y 6 de septiembre de 2014

# Investigación en Educación Matemática XVIII

## ***Edita***

Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Campus de Cartuja s/n, 18071 Granada (España)

M<sup>a</sup> Teresa González

Myriam Codes

David Arnau

Tomás Ortega

## ***Comité científico***

Dr. David Arnau Vera (Coordinador)

Dr. Tomás Ortega del Rincón (Coordinador)

Dra. Marta Molina González

Dra. Ainhoa Berciano Alcaraz

Dra. Teresa Fernández Blanco

Dra. Nuria Planas Raig

© de los textos: los autores

Cítese como:

M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.). (2014). *Investigación en Educación Matemática XVIII*. Salamanca: SEIEM.

Las comunicaciones aquí publicadas han sido sometidas a evaluación y selección por parte de investigadores miembros de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM).

***Diseño de la portada:*** Alberto Díez Almaraz

Depósito legal: S.289-2014

ISSN: 1888-0762

ISBN: 978-84-697-0819-4

# LA VIDA ES SUEÑO: PROYECTOS DE ESTADÍSTICA EN INGENIERÍAS

## Life is a dream: project work in statistics with engineering bachelors

Maria M. Nascimento<sup>a</sup>, J. Alexandre Martins<sup>b</sup>, Assumpta Estrada<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, <sup>b</sup>Instituto Politécnico da Guarda (UDI/IPG),

<sup>c</sup>Universitat de Lleida,

### Resumen

*En el primer semestre del curso académico 2012/2013 se introdujo el trabajo con proyectos en la asignatura de Probabilidad y Estadística de diferentes grados de ingeniería (Civil, Energía y Mecánica) de una universidad portuguesa. Los proyectos realizados por los estudiantes de segundo curso del primer ciclo se hicieron con base a una encuesta de un trabajo final de Master de ingeniería civil. El análisis de resultados de los diferentes trabajos se realizó teniendo en cuenta los componentes del razonamiento estadístico contemplados en los estudios de Pimenta (2006), Nascimento y Martins (2008) y relacionándolos con los descriptores de Dublín para el Espacio Europeo de Educación Superior del Plan Bolonia. Dicho análisis revela que los estudiantes reconocen la necesidad de los datos, y se sienten motivados con el tema del proyecto siendo el razonamiento con modelos estadísticos el mayor problema que encontramos.*

**Palabras clave:** didáctica, educación estadística, proyectos.

### Abstract

*In the first semester of 2012/2013 academic year, we have approached teaching and learning statistics using the project work. Here we will present and discuss the proposal made to the students in the Probability and Statistics course of different engineering degrees – Civil, Energy, and Mechanics Engineering from a Portuguese university. In the first cycle, a survey from a MSc. thesis in civil engineering was the basis of a hands-on project work developed by second year students in their courses. We examined the results of the project work written reports based on the approach of Pimenta (2006), Nascimento and Martins (2008) and relating it with the Dublin Descriptors of the Bologna Process for the Higher Education in Europe. In an analysis summary, students recognized the need of data and the project work theme motivated them, and their main difficulty was reasoning with statistical models.*

**Keywords:** didactics, statistic education, project work

### INTRODUCCIÓN

La importancia de la enseñanza y el aprendizaje de la estadística a nivel universitario quedan ampliamente justificados por la presencia de esta materia en la mayoría de los planes de estudio.

Además, desde la década de los noventa, se ha puesto de manifiesto la importancia de las denominadas competencias transversales o genéricas en el desempeño académico y profesional de los titulados universitarios y los nuevos títulos de grado, postgrado y doctorado adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) incorporan la exigencia de que los estudiantes sean formados en dichas competencias, formación cuyo logro debe ser evaluado dando respuesta a los niveles requeridos por los Descriptores de Dublín para cada nivel formativo.

Al mismo tiempo, el proceso de Bolonia plantea un cambio de paradigma relativo a los procesos de enseñanza y aprendizaje: de la metodología tradicional centrada en el profesor a una metodología

centrada en el estudiante y los estudiantes deben cumplir con los descriptores de Dublín antes citados para cada grado del ciclo.

Sin embargo, este es un proceso en curso cuya implementación no es fácil, así en Eurydice Network (2012) se argumenta que “el aprendizaje centrado en el estudiante es un asunto complejo que es difícil de integrar en la realidad cotidiana de educación superior. Debe comprender las acciones que aseguren que los estudiantes aprenden a pensar críticamente”.

Este paradigma de enseñanza está estrechamente relacionado con nuestra perspectiva sobre la enseñanza y el aprendizaje de la estadística a través de los proyectos pues el trabajo con proyectos permite situar a los estudiantes en el centro del proceso al poder contextualizar los contenidos en situaciones interesantes para ellos e integrar la enseñanza de la estadística dentro de un proceso más general de investigación. Además para Rivas et al. (2013) esta metodología de enseñanza basada en proyectos sirve para dar sentido a las técnicas de análisis de datos.

En esta misma línea Ali et al. (2011) afirman “que el enfoque de la enseñanza en un curso básico de estadística mediante el uso de datos reales, la participación activa de los estudiantes, el uso de ordenador, así como el uso de los proyectos y el trabajo en equipo, ha sido aceptado como método alternativo a la enseñanza tradicional”, Además dicha enseñanza tradicional, según Batnero et al. (2013) transmite una estadística sin sentido para los estudiantes.

También Spence et al. (2011) sugieren “como una buena práctica que los estudiantes reciban un poco de experiencia ‘manual’ con un proyecto de investigación.”

Finalmente nuestra experiencia con estudiantes en diferentes grados de ingeniería (Nascimento y Martins, 2008), nos indica que a diferencia de la metodología tradicional el trabajo con proyectos parece tener los componentes necesarios para motivar a los estudiantes a aplicar no sólo los conocimientos técnicos sino también conocimientos estratégicos lo que implica, plantearse preguntas que conducen a desarrollar las diferentes fases del ciclo PPDAC (Problema, Plan, Datos, Análisis y Conclusión) de Wild y Pfannkuch (1999) sobre cómo trabajar con un proyecto (Figura 1).

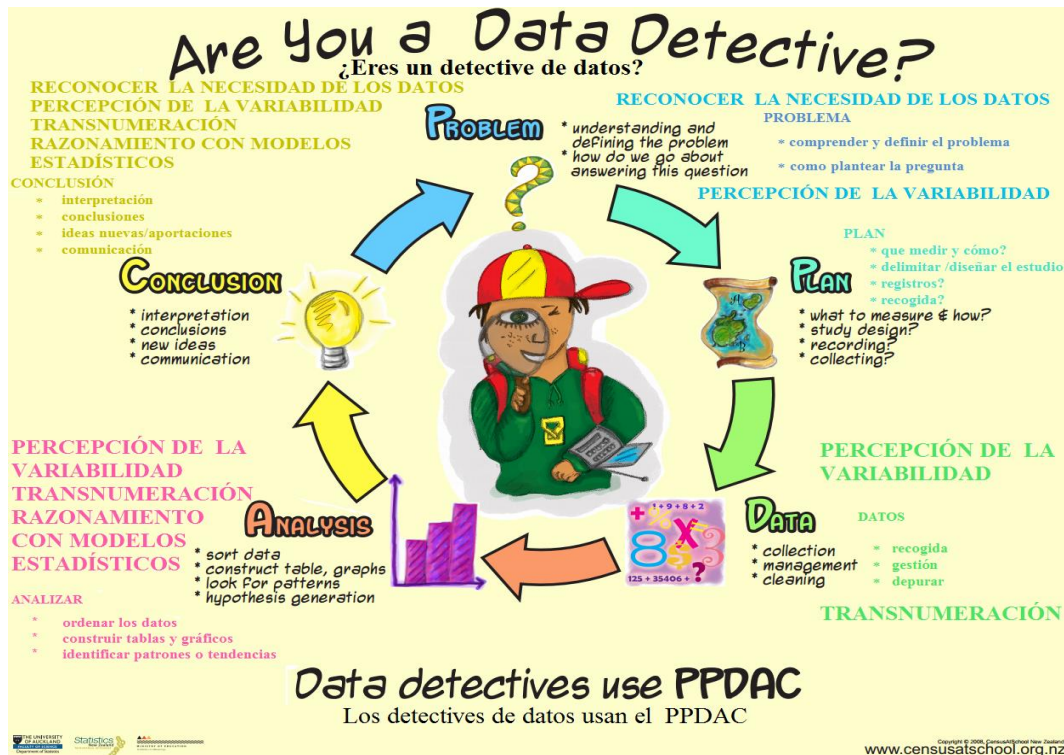


Figura 1. Ciclo PPDAC y tipo de razonamiento (Wild y Pfannkuch, 1999)



El objetivo de esta comunicación es proponer el trabajo con proyectos, como metodología centrada en el estudiante, y evaluar si los resultados de este cambio metodológico contemplan los descriptores de Dublín y desarrolla las distintas fases del ciclo PPDAC.

Nuestra propuesta curricular es ofrecer a los estudiantes un cambio de enfoque donde no sólo se hace referencia a los conceptos y procedimientos, sino que se enfatiza todo el proceso de razonamiento estadístico y el sentido de los datos. (Batanero y Díaz, 2004, 2011)

Nuestro objetivo final es que sean conscientes de sus propias dificultades, animarles a trabajar en grupos pequeños y a detectar sus necesidades como futuros profesionales.

A la vista de lo expuesto hasta ahora y aceptando el paradigma del aprendizaje centrado en el estudiante, en el primer semestre del curso académico 2012/2013 (Septiembre a Diciembre de 2012) se introdujo el trabajo con proyectos en la asignatura de Probabilidad y Estadística de diferentes grados de ingeniería (Civil, Energía y Mecánica) de una universidad portuguesa. Este proyecto se desarrolló como trabajo de grupos extra aula.

En los tres grados del 1er ciclo, utilizamos una encuesta adaptada de un trabajo de Master de Ingeniería Civil acerca de los consumos de energía en el sector residencial. Todos los alumnos que eligieran la evaluación continuada tenían que ejecutar el proyecto y el resto del grupo de alumnos optó por el examen final y no avaluación continuada. Ejecutar el proyecto comportaba: adaptar la encuesta incluyendo cuestiones de caracterización de los hogares (número de personas que ahí habitan, edades, escolaridades, etc.), testar la encuesta, pasar la encuesta, codificar los datos y, por fin, ejecutar el análisis de datos teniendo como objetivo conocer los perfiles de sus hogares o bien de hogares de sus amigos, así como los respectivos consumos de energía. Por otro lado, utilizamos el ciclo PPDAC de Wild y Pfannkuch (1999) citado con el fin de desarrollar un proyecto estadístico en fases utilizando los cinco componentes básicos del razonamiento estadístico. Para analizar los informes escritos de los grupos de alumnos que hicieron el proyecto, nos basamos en las categorías presentadas por Pimenta (2006) en su estudio sobre el razonamiento estadístico en proyectos del área de salud.

Este tipo de razonamiento, incluye según (Wild & Pfannkuch, 1999) cinco componentes fundamentales:

- Reconocer la necesidad de los datos: La base de la investigación estadística es la hipótesis de que muchas situaciones de la vida real sólo pueden ser comprendidas a partir del análisis de datos que han sido recogidos en forma adecuada. La experiencia personal o la evidencia de tipo anecdótico no es fiable y puede llevar a confusión en los juicios o toma de decisiones.
- Transnumeración: Los autores usan esta palabra para indicar la comprensión que puede surgir al cambiar la representación de los datos. Al contemplar un sistema real desde la perspectiva de modelización, puede haber tres tipos de transnumeración: (1) a partir de la medida que “captura” las cualidades o características del mundo real, (2) al pasar de los datos brutos a una representación tabular o gráfica que permita extraer sentido de los mismos; (3) al comunicar este significado que surge de los datos, en forma que sea comprensible a otros.
- Percepción de la variabilidad: La recogida adecuada de datos y los juicios correctos a partir de los mismos requieren la comprensión de la variabilidad que hay y se transmite en los datos, así como de la incertidumbre originada por la variabilidad no explicada. El razonamiento estadístico comienza al percibir la variabilidad de la situación y permite adoptar estrategias en cada paso de la investigación. La estadística permite hacer predicciones, buscar explicaciones, hallar causas y aprender del contexto. Se buscan y caracterizan los patrones en los datos para comprenderlos.
- Razonamiento con modelos estadísticos: Cualquier útil estadístico, incluso un gráfico simple, una línea de regresión o un resumen puede contemplarse como modelo, puesto que es una forma

de representar la realidad. Lo importante es diferenciar el modelo de los datos y al mismo tiempo relacionar el modelo con los datos.

Integración de la estadística y el contexto: Es también un componente esencial del razonamiento estadístico. Este tipo de razonamiento aparece especialmente en las fases iniciales (planteamiento de modelo) y finales (interpretación del modelo en la realidad) del ciclo de modelización. (Batanero y Díaz, 2013).

Por último, los descriptores de Dublín señalan cinco elementos básicos para los estudios de grado (1er ciclo) (JQI, 2004): 1) conocimiento y comprensión; 2) su aplicación; 3) hacer juicios; 4) la comunicación de información, ideas, problemas y soluciones; y 5) competencias/objetivos de aprendizaje.

A la luz del proceso de Bolonia en 2010 nos involucramos en el cambio metodológico y los cursos de estadística se planificaron teniendo en cuenta el nivel de los descriptores de Dublín y el aprendizaje de la estadística centrado en el estudiante. Por ello al hacer el análisis del contenido de los proyectos – de los informes escritos (IE) – creímos necesario conectar los componentes del razonamiento estadístico, los descriptores de Dublín y las fases del ciclo de investigación, PPDAC.

En la Figura 2 se presenta el paralelismo que se establece entre los componentes PPDAC del ciclo de investigación los componentes del razonamiento estadístico (presentados en la Figura 1) y los cinco elementos de los descriptores de Dublín (Raposo et al., 2013).

Ciclo – PPDAC (Wild y Pfannkuch, 1999; Raposo et al. 2013)	Componentes del razonamiento estadístico (ítems de Pimenta, 2006)	Descriptores de Dublín (JQI, 2004)
Problema (comprende y define el problema; establece una estrategia de resolución) Conclusión (interpretación; conclusiones; aportaciones ; comunicación)	Reconoce la necesidad de los datos 1) Reconoce la necesidad de los datos 2) Caracteriza adecuadamente la muestra. 3) Conjunto de datos apropiados 4) Desarrollo del cuestionario	1) Conocimiento y comprensión 2) Aplicación de los conocimientos
Datos (Recogida; gestión; depuración) Análisis (clasifica los datos; construcción de tablas, gráficos; busca patrones; establece hipótesis) Conclusiones	Transnumeración 1) Construcción adecuada de tablas 2) Interpretación correcta de la tabla 3) Construcción adecuada de gráficos 4) Interpretación correcta de gráfico 5) Interpretación correcta de las medidas de tendencia central. 6) Interpretación correcta de la dispersión de los datos 7) Resume las características estadísticas de los datos	1) Conocimiento y comprensión 2) Aplicación de los conocimientos 3) Toma de decisiones
Plan (¿que medimos y como? Diseño del estudio? que tratamiento) Datos Análisis Conclusión	Percepción de la variabilidad 1) Comprensión de la variabilidad 2) Percepción de la incertidumbre 3) Percepción numérica	1) Conocimiento y comprensión 2) Aplicación de los conocimientos 3) Toma de decisiones
Análisis Conclusión	Razonamiento con modelos estadísticos 1) Razonamiento con modelos estadísticos 2) Condiciones de aplicación de los métodos 3) Uso adecuado de los test de hipótesis 4) Establecimiento correcto de hipótesis	1) Conocimiento y comprensión 2) Aplicación de los conocimientos 3) Toma de decisiones
Problema Plan Datos Análisis Conclusión	Integración de la estadística y el contexto 1) Adecuar la estadística al contexto 2) Integración de la estadística al contexto: presentación oral 3) Integración de la estadística al contexto: trabajo escrito (texto correcto/razonado)	1) Conocimiento y comprensión 2) Aplicación de los conocimientos 3) Toma de decisiones 4) Comunicación 5) Competencias del aprendizaje

Figura 2. Componentes PPDAC del ciclo de investigación, los componentes del razonamiento estadístico y los elementos de los descriptores de Dublín (Raposo et al., 2013)

## MÉTODO, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 3 resume las fases del proyecto de trabajo de grados de ingeniería Civil, Energía y Mecánica en el curso de Probabilidad y Estadística, durante el primer semestre del segundo curso de su grado. En ella también se indican las diferentes actividades desarrolladas por el profesor y los estudiantes, así como una descripción general.

El trabajo del proyecto (informes escritos y su presentación oral y discusión) pondera el 20% de la nota final de la evaluación continua (que también incluía un 10% para tareas y 2 pruebas, con 35% cada una). Los equipos de estudiantes eran de 2 o 3 elementos. De los 61 estudiantes participantes de todos los cursos de Probabilidad y Estadística de los grados de ingeniería referidos (36 % del total de 169 estudiantes), 42 (69 %) eran hombres.

Se presentaron 25 informes escritos del proyecto (IE): 10 IE involucrando 23 de 75 estudiantes de ingeniería Civil, 7 IE involucrando 18 de 45 estudiantes de Energía y 8 IE involucrando 20 de 49 estudiantes de ingeniería Mecánica.

A continuación, resumimos el análisis de los IE. Examinamos los resultados basándonos en los elementos de Pimenta (2006, Figura 1), y los relacionamos con los descriptores de Dublín (Nascimento y Martins, 2008).

Descripción General	Ciclo PPACD	Participantes	Tareas
Utilizamos una encuesta adaptada de un (TFG) Trabajo Final de Master de Ingeniería Civil acerca de los consumos de energía en el sector residencial por resultar un tema interesante para las tres titulaciones de ingeniería. <sup>1</sup> El proyecto de trabajo se inicia en clase, pero la parte principal se hizo en las horas de tutoría o por e-mail <sup>2</sup> Los estudiantes hicieron su trabajo fuera de clase y podían ponerse en contacto con el profesor por correo electrónico o en las horas de tutoría (como se contempla en el he European Credit Transfer System)	Problema	a. Profesor  b. Estudiantes	a. Supervisión y compilación de trabajos realizados por los grupos sobre la construcción de la encuesta y de las tablas de códigos en el procesador de textos b. Estudio los objetivos principales de la encuesta del TFG para comprender el marco teórico y para ser capaz de entender si se necesitan cambios en las preguntas. Los grupos de 2 o 3 estudiantes, definidos por ellos mismos. Cada grupo contribuyo con una cuestión sobre las características de los respondientes Escribir la parte modificada de la encuesta y construir la tabla de códigos para cada variable asignada a las distintas preguntas de la encuesta e introducirlas al procesador de textos.
<sup>1,2</sup> La muestra elegida era de conveniencia por más fácil para los estudiantes la recolección de datos	Plan	a. Profesor  b. Estudiantes	a. Elige el tipo de muestra, a pesar de sus limitaciones b. Cada estudiante tenía que entrevistar a dos propietarios de casas para conseguir 2 encuestas. Discusión en grupo de las ventajas y desventajas del tipo de muestra.
<sup>1,2</sup> Crean un fichero con la hoja de cálculo después de la codificación de cada encuesta	Datos	a. Profesor  b. Estudiantes	a. Llenar la encuesta y construir un ejemplo de hoja de calculo con los códigos de la encuesta b. Cada grupo hizo una hoja de cálculo con los códigos de cada encuesta
<sup>1,2</sup> Escriben el informe de trabajo del proyecto y preparan la presentación (10 minutos fuera del horario de clase)	Análisis y Conclusiones	a. Profesor  b. Estudiantes	a. Compilar toda la hoja de trabajo de los grupos en uno y tutoría para ayudar con el análisis estadístico b. Utilizando la hoja de cálculo del proyecto el grupo tuvo que realizar el análisis de los datos (principalmente estadísticas descriptivas) y presentar sus conclusiones

Figura 3. Síntesis de las fases del proyecto de trabajo desarrollado por el profesor y los estudiantes (acrónimo inglés, PPACD, de PPDAC)

Fue usada una puntuación en que el si era clasificado con un punto y el no con cero puntos. Así se evaluarán (ver Figura 2): a) reconociendo la necesidad de datos: reconocer la necesidad de datos, caracterizar correctamente la muestra, usar adecuadamente de datos y desarrollo de un cuestionario; b) transnumeración: la interpretación correcta de una tabla, resumo los aspectos claves de las estadísticas, los gráficos producidos correctamente, los gráficos interpretados correctamente, las medidas de tendencia central bien interpretadas, las medidas de dispersión bien interpretadas; c) Percepción de variación: la percepción de variación, la percepción de incertidumbre y la percepción numérica; d) Razonamiento con modelos estadísticos: el razonamiento con modelos estadísticos, respetar los supuestos del método, el uso correcto de las pruebas de hipótesis; la creación correcta de hipótesis; e) La integración de las estadísticas en el contexto: la integración de las estadísticas en el contexto, los gráficos apropiados para el tipo de variable, los gráficos asignados al problema, las medidas de tendencia central asignadas al problema; las medidas de tendencia central asignadas a las variables; las medidas de difusión apropiadas al problema; las medidas de difusión apropiadas a las variables. En el análisis serán enfatizados los aspectos más pertinentes.

### **Reconociendo la necesidad de datos**

Los 25 grupos que participaron en el proyecto reconocieron la necesidad de utilizar datos en su IE. En la caracterización de la muestra consideramos un error cuando los estudiantes confundían los términos “población” y “muestra”. También decidimos considerar como erróneo si no explicaron que era una muestra de conveniencia (56% de los 25 IE, la Figura 2, el Plan).

Todos los 25 grupos que participaron en el proyecto contribuyeron con una pregunta al desarrollo y mejora de la encuesta utilizada (IE) y los registros para el maestro del (IE). Los principales elementos de los descriptores de Bolonia (Figura 2) se calificaron positivamente en el 56% de los IE, aunque detectamos algunos errores importantes.

### **Transnumeración**

En lo que respecta a la transnumeración, la producción de tablas en los IE se llevó a cabo positivamente (76 %), así como su interpretación (64 %). Los principales errores detectados en las tablas presentadas en los IE fueron el uso de los códigos de las variables por lo que las tablas quedaron ilegibles, así como algunas dudas en los cálculos de porcentajes.

En lo que concierne a los gráficos de los IE, el 52 % estaban bien pero su interpretación correcta se redujo a 44 % debido a texto inexistente o confuso.

Los principales errores en los IE estaban en la elección del tipo de gráfico (por ejemplo, gráfico de sectores con adición total de 100 % para cuestiones de respuesta múltiple, gráfico de barras con la moda, la media y la mediana), histogramas incorrectos así como su interpretación ya que se utilizaron diferentes amplitudes de intervalo (por ejemplo, para edades y para tiempo en que estaba la casa ocupada durante el día).

En cuanto a la interpretación de las medidas de tendencia central, el 60 % de los IE no tenían errores y un 40% de ellos también interpretan correctamente las medidas de dispersión Destacamos como errores importantes los que no calculan alguna de las medidas de dispersión o informes que incluyeron en los cálculos los códigos de las no respuestas.

### **La percepción de variación**

El 52% de los IE mostraron que perciben correctamente la variación – las medidas de dispersión presentadas, sus interpretaciones y el contexto. El peor resultado obtenido es el de la percepción de incertidumbre ya que el 80% de los IE fueron calificados negativamente (por ejemplo, uno de los grupos escribió como conclusión a partir de esta muestra de conveniencia “que la sociedad portuguesa es una sociedad que cada día piensa más y más sobre el medio ambiente”). La percepción numérica era la mejor ya que el 80 % de los IE tenía calificaciones positivas (ejemplo de

uno de los errores es el uso de decimales innecesarios). Cada uno de los descriptores de Bolonia en la percepción de la variación tenían el 60% de IE sin errores, excepto el de hacer juicios que reveló peores resultados con solo un 20% sin errores.

### **Razonamiento con modelos estadísticos**

En este componente del razonamiento estadístico sólo en 3 de los 25 (12 %) IE se utilizaron bien los modelos estadísticos. Este fue el peor desempeño detectado, tal vez porque los estudiantes estaban muy ocupados al final del semestre e hicieron sólo un breve análisis descriptivo en los IE. En nuestra revisión de los principales elementos de los descriptores de Bolonia el 12% de los IE se calificaron positivamente en relación al conocimiento y la comprensión, así como su aplicación. De los IE analizados, las conexiones entre los elementos del indicador para hacer juicios sólo el 12% de los IE los realizaron plenamente.

### **La integración de las estadísticas en el contexto**

Dado que los estudiantes utilizaron poco los modelos estadísticos su análisis de la encuesta se quedó incompleto. A pesar de esto, el 52% de los IE tenía valoraciones positivas en la integración de la estadística (descriptivos) en el contexto. Las presentaciones orales y debate se clasificaron positivamente en el 72% de los IE.

La corrección del texto de los IE se clasificó positivamente en el 52% de ellos y además se dio una segunda oportunidad para mejorarlos después de su presentación.

Los descriptores de Bolonia revelaron que el 60% de los IE eran positivos para el conocimiento y comprensión, así como para su aplicación. Como se mencionó antes las conexiones entre los elementos del indicador para hacer juicios tenían potencial para desarrollar la capacidad de hacerlos, pero sólo en 52% de los IE lo han alcanzado.

## **CONCLUSIONES**

Como ya se presentó en Nascimento y Martins (2008) y ahora ven reforzado, para estos cursos el enfoque propuesto con los descriptores de Dublín sigue teniendo potencial para ser mejorado con esta práctica de trabajo con proyectos. A pesar del hecho de que los IE se centraron principalmente en la estadística descriptiva, los estudiantes reconocen la necesidad de los datos, y también se sintieron motivados con el tema del proyecto (su área profesional). Estos resultados coinciden con los de Godino et al. (2013) quienes consideran el uso de los proyectos como una estrategia para dar sentido a las técnicas y teorías matemáticas. En esta práctica de trabajo con proyectos quedan otras cuestiones sin resolver... En primer lugar el trabajo con proyectos debe tener una programación más limitada y concreta con el fin de permitir más tiempo para comentarios y dialogo entre profesor y estudiantes. En el año académico 2012/13 el mayor problema que encontramos fue el razonamiento con modelos estadísticos ya que el 88% de los 25 grupos lo “evitó” y esto sin duda permitiría completar mejor el análisis estadístico. Otros problemas más inesperados fueron la elección de gráficas y sus interpretaciones, así como las medidas de dispersión y sus interpretaciones. Eso nos hará tener más cuidado para las próximas implementaciones del trabajo con proyectos, concretamente nos hará insistir en las etapas de análisis y conclusiones del ciclo PPDAC. A la vista de los resultados obtenidos también sugerimos para futuros trabajos que sería conveniente el que los alumnos conocieran con anterioridad los ítems de Pimenta (2006).

Para terminar, sólo añadir que nos queda aún la esperanza de poder seguir mejorando nuestro trabajo con y por los estudiantes de ingeniería: “(...) que toda la vida es sueño, y los sueños, sueños son...” [Segismundo, Calderón de la Barca, 1635]. Es lo que hacemos con ellos y ¡nos atrevemos a continuar soñando!

**Agradecimientos:** Este trabajo se ha realizado al amparo del Proyecto EDU2010-14947 (MICIIN, España) y del Proyecto PEst-OE/EGE/UI4056/2011 del UDI/IPG financiado por Fundação da

Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal). Este trabajo también se ha realizado al amparo de FCT/MEC via fondos nacionales (PIDDAC) y cofinanciado por FEDER a través del COMPETE – Competitiveness Factors Operational Programme como marco del Proyecto PEst-C/CED/UI0194/2013 vía Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF, LabDCT-UTAD-UA, Portugal).

## Referencias

- Ali, Z., Shahabuddin, F., Abidin, N., Suradi, N. & Mustafa, Z. (2011). Teamwork Culture in Improving the Quality of Learning Basic Statistics Course. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 18, 326–334.
- Batanero, C. y Díaz, M. C. (2005) El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la Estadística En I Congresso de Estatística e Investigação Operacional da Galiza e Norte de Portugal/VII Congresso Galego de Estatística e Investigación de Operacións. Guimarães 26, 27 e 28 de Outubro de 2005.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J.M. y Arteaga P. (2011). Enseñanza de la estadística a través de proyectos. En Batanero, C. y Díaz, C. (Eds.) *Estadística con proyectos*. Granada: Universidad de Granada.
- Batanero, C.; Díaz, C.; Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, Volumen 83, julio de 2013, páginas 7-18
- Godino, J. D.; Arteaga, P.; Estepa, A.; Rivas, H. (2013): Desafíos de la enseñanza de la estadística basada en proyectos. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 173-180). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, 2013.
- Eurydice Network (2012). *The European Higher Education Area in 2012: Bologna Process Implementation Report*. (Education, Audiovisual and Culture Executive Agency P9 Eurydice). Brussels, Belgium. doi:10.2797/81203
- JQI, Joint Quality Initiative, (2004). Shared ‘Dublin’ descriptors for the Bachelor’s, Master’s and Doctoral awards. *A report from a JQI Informal Group*. Dublin: Ireland. On line: <http://www.jointquality.nl/content/descriptors/CompletesetDublinDescriptors.doc>
- Nascimento, M. & Martins, J. A., (2008). Teaching and Learning of Statistics: The Project Approach. In 11th ICME – *International Congress on Mathematical Education, Monterrey, Mexico*, 6-13 July 2008. TSG14: Research and development in the teaching and learning of statistics. On-line: <http://tsg.icme11.org/document/get/483>
- Pimenta, R. (2006). Assessing Statistical Reasoning through Project Work. In A. Rossman, B. Chance (Eds.) *ICOTS 7*, [CD-ROM]. Brazil: IASE and ISI.
- Raposo, S., Nascimento, M. M. da S., Estrada, A., & Martins, J. A., (2013). Pegada ecológica: tarefas estatísticas. *Primeras Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*. On line: <http://www.jvdiesproyco.es/documentos/ACTAS/2%20Comunicacion%2055.pdf>
- Rivas, H., Godino, J. D., Arteaga, P. y Estepa, A. (2013). Desarrollo del conocimiento estadístico común y avanzado en estudiantes de magisterio. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent(Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 467-474). Bilbao: SEIEM.
- Spence, D., Sharp, J. & Sinn, R. (2011). Investigation of factors mediating the effectiveness of authentic projects in the teaching of elementary statistics. *Journal of Mathematical Behavior*, 30, 319– 332. On-line: [www.elsevier.com/locate/jmathb](http://www.elsevier.com/locate/jmathb)
- Wild, C.J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

**Webgrafía**

de la Barca, Calderón. (1635) La Vida es Sueño. On-line: <http://books.google.es/books?id=0p1FAAAAcAAJ&pg=PT4&dq=%22la+vida+es+sue%C3%B1o%22&hl=es&sa=X&ei=fYw4U7H0N4mhQfmz4DwBw&ved=0CEIQ6AEwAQ#v=onepage&q=%22la%20vida%20es%20sue%C3%B1o%22&f=false>