



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### **PRESTON: Juego competitivo online para el aprendizaje de la estadística**

- Camps Lorente, Oriol  
[oriol.camps-lorente@upc.edu](mailto:oriol.camps-lorente@upc.edu)
- Rodero de Lamo, Lourdes  
[lourdes.rodero@upc.edu](mailto:lourdes.rodero@upc.edu)
- Sánchez Espigares, Josep Anton  
[josep.a.sanchez@upc.edu](mailto:josep.a.sanchez@upc.edu)
- Marco Almagro, Lluís  
[lluis.marco@upc.edu](mailto:lluis.marco@upc.edu)
- Tort-Martorell Llabrés, Xavier  
[xavier.tort@upc.edu](mailto:xavier.tort@upc.edu)
- Puig Oriol, Xavier  
[xavier.puig@upc.edu](mailto:xavier.puig@upc.edu)
- Riba Civil, Alexandre  
[alex.riba@upc.edu](mailto:alex.riba@upc.edu)

Universitat Politècnica de Catalunya

Departament d'Estadística i Investigació Operativa

Avda. Diagonal, 647, 6<sup>a</sup> planta / 08014 / Barcelona / España

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### 1. RESUMEN

Presentamos un caso de rediseño de las prácticas de una asignatura de estadística. Tras realizar un diagnóstico del diseño previo (teniendo en cuenta la introducción del EEES), se propuso un juego competitivo on-line de toma de decisiones basada en la estadística. Éste utiliza datos simulados y una web en la que los estudiantes (1) adquieren datos consumiendo un presupuesto, (2) introducen las decisiones que toman, y (3) hacen el seguimiento de su posición en el juego.

El formato on-line permite flexibilidad y posibilidades de auto-aprendizaje por parte de los estudiantes. El resultado final (PRESTON, PRácticas de ESTadística ON-line) ha sido ya probado con grupos de estudiantes.

### 2. ABSTRACT:

The paper reports a case of redesign of practical classes in an introductory course in Statistics. After a diagnosis which took into account the introduction of the EHEA, an online competitive game about data-based decision-making was proposed. It was implemented in a website in which (1) students can acquire simulated data at the expense of a predefined budget, (2) they can input the decisions they have made on the basis of the data analysis, and (3) they can track their ranking according to how much money their decisions have yielded.

The online format allows for self-learning and flexibility. The final system (named PRESTON) has already been tested with several groups of students.

### 3. PALABRAS CLAVE: Innovación docente, juego formativo, estadística

**KEYWORDS:** Learning innovation, training game, statistics

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

4. **ÁREA DE CONOCIMIENTO:** Ingenierías y Arquitectura
5. **ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO:** Innovación en la enseñanza superior
6. **MODALIDAD DE PRESENTACIÓN:** Comunicación oral
7. **DESARROLLO**

### Contexto general y diagnóstico del problema

En el ámbito de los estudios de Ingeniería Industrial, la entrada en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha conllevado la reorganización de las asignaturas relacionadas con la estadística y, especialmente, de las asignaturas introductorias a la estadística aplicada (que muchas veces constituyen el único o el principal contacto de los futuros ingenieros con las decisiones basadas en datos). Esta reorganización está orientada a adaptar las asignaturas tanto a contenidos que, en términos generales, deben estar más alineados con la actividad profesional de los ingenieros, como a los nuevos criterios docentes y pedagógicos (con un mayor énfasis, por ejemplo, en el auto-aprendizaje).

En la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), antes de la entrada en vigor del nuevo grado, existían dos asignaturas troncales de introducción a la estadística en la titulación de Ingeniería Industrial (ambas se imparten aún hasta la extinción del plan anterior):

- Métodos Estadísticos de la Ingeniería I: Asignatura centrada en los conceptos básicos de inferencia y comparación de tratamientos. Esta asignatura tiene 6 créditos repartidos en 2 horas semanales de exposición teórica y 2 horas semanales de

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- prácticas donde se analizan datos y se ponen en práctica los conceptos teóricos explicados. La asignatura consta además de un trabajo en grupo donde los estudiantes deben diseñar la recogida de unos datos reales y analizarlos con las técnicas más adecuadas.
- Métodos Estadísticos de la Ingeniería II: Asignatura centrada en la modelización estadística básica. Esta asignatura tiene 4.5 créditos repartidos en 2 horas semanales de exposición teórica y 2 horas cada 15 días donde se realiza un trabajo en grupo. El trabajo consiste en la búsqueda de datos reales a los que posteriormente ajustar un modelo de regresión.

Como resultado de la entrada en vigor de los nuevos grados EEES, las dos asignaturas se han fusionado en una única asignatura de 6 créditos ECTS. Aunque esto supone una pérdida de horas presenciales para impartir el temario, este hecho nos da la oportunidad de rediseñar la asignatura modificando aquellos aspectos detectados como áreas de mejora e implementar técnicas de aprendizaje autónomo.

Uno de los puntos que se ha detectado como claramente mejorable son los trabajos prácticos realizados por los estudiantes. Del contacto con ellos hemos diagnosticado algunas carencias y/o problemas, que listamos a continuación:

1. Los datos reales tienen muchas ventajas en asignaturas de estadística más avanzadas pero a menudo introducen problemas que complican la comprensión de los conceptos en las asignaturas introductorias. Ejemplos de este fenómeno son los datos faltantes, el comportamiento excesivamente extraño de algunas variables o las relaciones demasiado

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

complejas entre varias de ellas (casos difícilmente tratables con las herramientas básicas que son objeto de estudio y con las competencias que se pretende proporcionar a los estudiantes).

2. El recorrido del trabajo de la asignatura parece demasiado guiado y en ocasiones excesivamente intensivo y de poca utilidad. Los estudiantes trabajan mucho pero avanzan poco: buena parte de la carga en tiempo está invertida en la obtención y depuración de los datos, en elaborar y exponer varias presentaciones en PowerPoint con contenidos a veces repetitivos, en redactar informes demasiado largos, etc. La disminución de horas en la nueva asignatura crea la necesidad de aprovechar mejor el tiempo y los recursos dedicados a la realización de las prácticas, de acuerdo con unos objetivos docentes más claros y coherentes.
3. Los estudiantes pueden elegir el tema sobre el que realizarán su trabajo (tradicionalmente acerca de estadísticas deportivas, precios y características de productos tecnológicos, o determinantes de fenómenos socioeconómicos). Aparentemente esto debería ser una fuente de motivación, pero se ha detectado que los estudiantes tienen dificultades para escoger un tema y que, con el tiempo, los temas acaban repitiéndose. Además, y más importante, en la mayoría de los casos los estudiantes no muestran una gran motivación con los temas que seleccionan; la dificultad de dar una interpretación de los análisis estadísticos realizados en términos del problema estudiado (más allá de las recetas estadísticas aprendidas) es un síntoma, entre otras cosas, de la falta de implicación con los temas que se escogen.
4. En cualquier caso, los estudiantes no interiorizan qué significa tomar una decisión en base a datos: los temas elegidos quedan demasiado lejos de cualquier decisión práctica

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

como las que deberán tomar en sus vidas profesionales. En consecuencia, no aprenden el valor del pensamiento estadístico en relación a la toma de decisiones más o menos comprometidas (con consecuencias directas, favorables o desfavorables) en entornos sujetos a incertidumbre. El formato de las prácticas en las asignaturas previas a la introducción del EEES no expone a los estudiantes a ninguna situación en la que puedan ver cómo su habilidad para encontrar, seleccionar, explorar, analizar e interpretar datos es determinante en la toma de una decisión con consecuencias suficientemente concretas. Tal como lo expresa Snee (1993), “people will use statistical thinking when they experience its value”.

5. De este modo, los estudiantes acaban percibiendo el trabajo de la asignatura como un ejercicio en el que se trata de hacer una serie de cálculos estadísticos en lugar de resolver un problema o tomar una decisión. Una vez más, no adquieren una idea propia sobre la aplicabilidad de la estadística en la resolución de problemas reales. Los estudiantes tienden a preferir ejercicios muy estandarizados con procedimientos y recetas prefijados; en el ámbito de la estadística esto suele traducirse en focalizarse en unos pocos valores numéricos (por ejemplo, p-valores en los contrastes de hipótesis y comparación de tratamientos,  $R^2$  en el estudio de los modelos de regresión) para los que el estudiante espera tener criterios claros acerca de cómo resolver problemas a partir de ellos. El caso es que las aplicaciones de la estadística, y el pensamiento estadístico en general, difícilmente pueden reducirse a criterios claros acerca indicadores numéricos particulares: la competencia del pensamiento estadístico más bien consiste en comprender la variabilidad y la incertidumbre y ser capaz de plantear estrategias de decisión pensando

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

no solamente en el análisis de datos, sino también en su obtención e interpretación, así como en su relevancia general.

Este documento hará referencia únicamente al rediseño del trabajo práctico de la nueva asignatura, aunque naturalmente replantear las prácticas ha implicado reconsideraciones en el conjunto de la asignatura en la que aparecen.

### Objetivos docentes y descripción general de la propuesta

El hecho de que el pensamiento estadístico no pueda reducirse a criterios simples acerca indicadores numéricos (más bien consiste en comprender el fenómeno de la variabilidad y en ser capaz de plantear procedimientos de decisión pensando globalmente en los datos) permite establecer varias consideraciones sobre los objetivos docentes de las prácticas. Moore (1990) lista algunos rasgos del pensamiento estadístico que parecen bastante consolidados en la literatura, a saber, la comprensión de aspectos como:

1. “The omnipresence of variation in processes”
2. “The need for data about processes”
3. “The design of data production with variation in mind”
4. “The quantification of variation”
5. “The explanation of variation”

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Chance (2002) describe algunos hábitos mentales que se puede argumentar que frecuentemente acompañan al pensamiento estadístico:

1. “Consideration of how to best obtain meaningful and relevant data to answer the question at hand”
2. “Constant reflection on the variables involved and curiosity for other ways of examining and thinking about the data and problem at hand”
3. “Seeing the complete process with constant revision of each component”
4. “Omnipresent skepticism about the data obtained”
5. “Constant relation of the data to the context of the problem and interpretation of the conclusions in non-statistical terms”
6. “Thinking beyond the textbook”

Teniendo en cuenta el punto de vista expresado por estos autores (ampliamente compartido, al menos en términos generales, por la comunidad de profesionales, investigadores y docentes en el campo de la estadística), parece necesario revisar las causas por las que, en la situación que estamos describiendo:

- (A) Permitimos y fomentamos que los alumnos se ciñan a unas pocas recetas rígidas en lugar de atacar de forma más completa un problema estadístico de toma de decisiones,
- (B) Damos pie, inconscientemente y por omisión, a que los alumnos no comprendan realmente la utilidad del pensamiento estadístico en el mundo profesional o institucional (y muy particularmente en las actividades propias de los ingenieros).

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Para rediseñar de forma efectiva el nuevo trabajo práctico debemos pensar primero en qué objetivos docentes queremos cubrir. Teniendo en cuenta que un objetivo de la asignatura en general pasó a ser la asimilación de los conceptos básicos y fundamentales del pensamiento estadístico (centrados en la comprensión de la variabilidad), los objetivos principales de las nuevas prácticas son dos:

- Aplicar los conceptos estudiados en las sesiones de teoría a un ejemplo práctico, que genere implicación desde el punto de vista del estudiante, con finalidad y objetivos realistas.
- Mostrar al estudiante la utilidad del pensamiento estadístico como herramienta para la resolución de problemas y la toma de decisiones, en lugar de fomentar el uso mecánico de los cálculos.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Transformar los datos en información relevante mediante herramientas de estadística descriptiva.
- Identificar y justificar las herramientas más adecuadas para tomar decisiones en función de la información que contienen los datos.
- Diferenciar entre causalidad y correlación.
- Razonar la utilidad de las pruebas de significación para tomar decisiones en entornos con variabilidad.
- Comparar dos o más tratamientos según el diseño de la recogida de los datos.
- Ajustar los modelos de regresión adecuados en función de su objetivo.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- Argumentar la validez de un modelo.
- Calcular previsiones e interpretarlas.

Teniendo en cuenta los objetivos y los puntos débiles detectados anteriormente, la propuesta resultante fue diseñar un *juego* basado en la toma realista de decisiones. La historia del uso de juegos en contextos docentes es larga; ver Elder (1973). También en el ámbito de la estadística el uso de juegos, así como de ejercicios de experimentación más o menos lúdicos, tiene una trayectoria consolidada; ver Pike (1976), Tanner (1985), Nolan y Speed (1999), Cochran (2005). Los casos de Pike y Cochran describen actividades claramente describibles como juegos; las otras dos referencias (presentadas a título de ejemplo) tratan actividades más genéricas aunque con un elemento lúdico.

De acuerdo con el diagnóstico y los objetivos planteados, el juego, que posteriormente recibiría el nombre de PRESTON (PRacticas de ESTadística ONline), contendría los elementos siguientes:

- Sería colaborativo (un grupo de alumnos, en principio tres, debería trabajar en equipo para tomar una decisión sobre un problema)
- Sería, al mismo tiempo, competitivo (los grupos de tres alumnos “competirían” entre ellos, en el sentido de que el grupo que tomara mejores decisiones tendría una posición superior en un ranking)
- Sería on-line, utilizando una interface web que permitiese flexibilidad a los estudiantes en la realización del ejercicio y también facilidades en la impartición de

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

las prácticas para los profesores (en el medio plazo, después del diseño y la construcción de la web).

De este modo, el juego, tal como ha sido diseñado, se basa en un caso realista inspirado en una situación empresarial habitual (la necesidad de tomar medidas como reducciones de costes o mejoras en la fijación de precios). Los alumnos deben utilizar la estadística para tomar las decisiones, pero la competición no se articula directamente alrededor de conceptos o ejercicios estadísticos sino propiamente en los beneficios obtenidos por las decisiones que han de tomar (la parte de contenido estadístico se evalúa en informes breves que los estudiantes deben entregar a los profesores, pero no en la web).

De forma coherente con el diagnóstico inicial, el juego utiliza datos *simulados* (no reales) mediante el software estadístico R—ver R Development Core Team (2006); más adelante se comentan algunos aspectos de la implementación. De este modo, los profesores pueden controlar el nivel de dificultad de cada una de las tablas de datos que deberá analizar el estudiante; sobre el origen de los datos en la enseñanza de la estadística, ver Lee (2010). La interface web permite que los estudiantes:

1. Adquieran datos en base a una estrategia de recogida que deben diseñar previamente consumiendo un presupuesto del que disponen.
2. Introduzcan las decisiones que toman a partir de los análisis estadísticos realizados.
3. Hagan el seguimiento de su posición en el juego

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Estas tres actividades básicas, precedidas por la comprensión de la situación a partir de los enunciados del ejercicio, permiten trasladar los conocimientos que los estudiantes van construyendo en el resto de la asignatura a una situación de aplicación realista—definida de tal modo que requiere capacidad de análisis y síntesis para producir un resultado en forma de decisión justificada; se pueden establecer paralelismos entre este proceso y la taxonomía de Bloom, ver Bloom (1956), Valero-García y Navarro (2001). En definitiva, el planteamiento consiste en partir de conocimientos desarrollados en la asignatura y llegar a la capacidad del estudiante de comprender hasta qué punto se ha equivocado o no en la toma de una decisión en presencia de variabilidad. Para ello debe comprender una situación, ver la vía para aplicar los conocimientos a esta situación, ser capaz de identificar los elementos para dar forma a la aplicación de los conocimientos, y llegar a un resultado que él mismo pueda evaluar retrospectivamente (por ejemplo, mediante la corrección de los informes en los que los estudiantes justifican la decisión, y otras indicaciones de los profesores).

Un elemento importante para consolidar a largo plazo el proceso de aprendizaje, es que se dispone de una asignatura ulterior (impartida en el año siguiente) en la que se pretenden recuperar, ahora con estudiantes con una mejor base sobre los conceptos fundamentales de la estadística y una idea clara de su utilidad potencial, algunos aspectos positivos del formato anterior de prácticas:

- El trabajo de recogida y depuración de datos reales
- El tratamiento de dificultades mayores en los datos (típicas de los datos reales)
- La competencia transversal de presentación en público de resultados

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

El hecho de que, como se ha mencionado, el formato online permita mayor flexibilidad y posibilidades de autoaprendizaje por parte de los estudiantes, también libera tiempo de docencia presencial, lo que se considera importante en contexto actual. La posibilidad de automatizar parte de la corrección del ejercicio también es relevante en este sentido.

### ¿Qué es PRESTON y cómo funciona?

PRESTON se compone de un enunciado de carácter realista sobre un problema dado y una interface web donde el estudiante puede interaccionar para obtener datos e introducir las decisiones que tome. Se propone al estudiante el caso de una empresa, denominada PRESTON, SA, que compra, procesa y vende artículos. En la versión actual, estos artículos son coches usados; sin embargo, el formato en el que se ha diseñado el caso y la propia aplicación web permite que la actividad principal de PRESTON, SA vaya cambiando en diferentes ediciones.

Cada grupo de tres estudiantes asume el rol de consultor estadístico contratado por PRESTON, SA. El primer paso en este rol consiste en que el estudiante comprenda la situación de la empresa a partir de documentación que recibe al principio del ejercicio y que servirá para entender cuál es el problema y qué rol tendrá en su resolución. El juego se articula alrededor de la maximización de beneficios (bajo las restricciones que sean de aplicación a partir de los enunciados) en base a diferentes decisiones a recomendar después de realizar los análisis estadísticos adecuados.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Las adquisiciones de datos se deberán planificar para optimizar los recursos disponibles (el presupuesto para la compra de datos), teniendo en mente la resolución del problema. Se promueve de esta manera que el estudiante utilice estrategias secuenciales en la recogida de datos y, más importante, que comprenda que la toma cuantitativa de decisiones en situaciones reales acostumbra a tener fuertes restricciones de coste. En particular, la información para la toma de decisiones raramente está disponible a bajo coste en las condiciones adecuadas.

Las decisiones a tomar vienen enmarcadas en cuatro fases. En cada fase se incrementa el nivel de dificultad para que el estudiante vaya aprendiendo de forma gradual, de acuerdo con la evolución del conjunto de la asignatura.

- Fase 1: Se trata de decidir entre dos alternativas mediante técnicas de comparación de dos tratamientos.
- Fase 2: Han de escoger entre más de dos alternativas, teniendo en cuenta la presencia de factores incontrolables en el proceso que añaden variabilidad a los datos. Para ello deberán utilizar técnicas de análisis de la varianza.
- Fase 3: Se trata de comprender el funcionamiento de una variable del proceso en función de un conjunto de factores controlables a partir de la construcción un modelo lineal sencillo, de fácil explicación, con pocas variables y lo más independientes posible.
- Fase 4: El objetivo es predecir el valor de una variable en base a los valores de otras. Para ello deberán construir un modelo de regresión con alta capacidad predictiva.

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Cada una de estas fases se relaciona con una variable sobre la que decidir—variable estrechamente vinculada con las actividades de compra, procesamiento y reventa que realiza la empresa; ejemplos de variables de este tipo serían el coste de compra de los artículos, el coste de procesamiento, el coste comercial, y el precio de reventa del artículo. Como puede verse, después de una decisión sobre cada una de estas variables puede cuantificarse un impacto sobre lo que, a grandes rasgos, puede considerarse el margen bruto de una operación:

- (-) Precio de compra del artículo
- (-) Coste de procesamiento
- (-) Coste comercial
- (+) Precio de reventa del artículo
- (=) *Margen bruto de la operación*

Tras cada fase, la aplicación web evaluará la decisión tomada y cuantificará el incremento de beneficio que supone en un periodo de tiempo o, equivalentemente, en un volumen de operaciones imaginario (pero el mismo para todos los alumnos). La aportación al beneficio causado con la decisión dará lugar a un ranking entre los diferentes grupos participantes. El elemento competitivo del juego tiene básicamente una función de motivación, pero la necesidad de pensar *en equipo* estrategias de adquisición de datos y decisiones supone un elemento colaborativo importante: en ocasiones los alumnos tienen puntos de vista discrepantes sobre el enfoque para tomar la decisión y deben colaborar y trabajar conjuntamente para llegar a una solución consensuada.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Posiblemente vale la pena mencionar que, aunque se trate de un “juego estadístico”, realmente es un juego competitivo de habilidad intelectual entre los distintos grupos participantes, no un juego en el que el elemento lúdico venga proporcionado por el azar y la incertidumbre; véase la distinción clásica de Caillois (1958), también en Zimmerman y Salen (2006). Aunque varios juegos pueden combinar ambos elementos, PRESTON está diseñado para minimizar el efecto del azar en la simulación de muestras para cada grupo, de modo que los elementos esenciales de la actividad no dependen en sí mismos del azar. De hecho, es precisamente el perfeccionamiento de la habilidad intelectual en *pensar* las decisiones lo que conforma el valor pedagógico del ejercicio.

De este modo, el elemento diferenciador de Preston como ejercicio práctico es el carácter de juego competitivo, por supuesto subsumido a un enfoque inequívoco hacia el uso del pensamiento estadístico en la toma realista de decisiones. Muchos de los usos de la tecnología en la formación estadística están orientados al trabajo con cálculos y/o a la visualización de conceptos puntuales (especialmente aquellos con una dificultad matemática relevante para los estudiantes); ejemplos de este enfoque, perfectamente válido y naturalmente complementario con el aquí presentado, pueden encontrarse en Saporta y Bourdeau (2004), González, Marco, Rodero y Sánchez (2008), Woods (2006), Pipelers, Thas, De Vleeschauwer y Ottoy (2006), o Iizuka, Tarumi, Yanagi, Fueda y Fujino (2004). MacKay y Steiner (2010) muestran un tipo de aplicación más parecida a la aquí presentada, aunque basada en la simulación de un sistema industrial de producción.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Ya se ha mencionado que los grupos de tres estudiantes asumen el rol de consultores de la empresa PRESTON, SA. Aunque focalizado en un tipo diferente de ejercicio formativo basado en la adopción de roles de consultoría estadística, Taplin (2007) contiene varios comentarios sobre este tipo de actividades (particularmente sobre sus ventajas y potenciales defectos). Taplin menciona como ventajas, entre varias otras, “fun and encouraging a positive attitude to statistics” y “high impact and motivates future learning”, que en base a sus argumentos podemos considerar extrapolables a nuestro caso. Estas ventajas se suman a las ya expuestas en relación a la consolidación de los conceptos, la comprensión de la utilidad del pensamiento estadístico, y la flexibilidad.

Las desventajas presentadas por Taplin están más focalizadas al tipo de ejercicio que presenta y son menos extrapolables; en nuestro caso, las dificultades principales son:

- *Calibrar los parámetros de los modelos y los precios de los datos.* La dificultad del ejercicio depende básicamente de la calibración de los precios y, de forma derivada, también de la elección de los parámetros de los modelos de simulación para que sea realista. El equilibrio entre estos factores modificables y el resto de elementos más estructurales del juego es lo que permite que el juego sea coherente y que funcione (en el sentido de que cumpla sus objetivos tanto a nivel de la consolidación de conceptos y habilidades como a nivel de motivación). Fullerton (2008) presenta ejemplos y consideraciones generales acerca de qué puede ser necesario equilibrar en el diseño de un juego (pedagógico o no): la relevancia del “sistema económico interno” de costes y recompensas en el juego se pone claramente de manifiesto en el caso de PRESTON.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- *Cuadrar el calendario de las exposiciones de teoría con las fases del ejercicio.* Aunque la separación en fases es flexible (en principio se podrían hacer varias fases sobre una misma variable, o suprimir una de las variables para reducir el número de fases), la elección de cuatro fases que se correspondan con cuatro métodos de decisión a estudiar implica una cierta coordinación con las exposiciones de teoría. Mantener esta coordinación al mismo tiempo que un calendario de las fases que permita que los estudiantes mantengan la atención, la motivación y el interés por el juego puede no ser fácil. En el caso de la UPC, en la primera realización se ha optado por concentrar el ejercicio PRESTON a la segunda mitad de un cuatrimestre, con períodos de quince días consecutivos para la realización de cada fase.
- *Incidencias técnicas en las primeras ejecuciones.* En el caso de PRESTON se realizaron, antes de la primera realización oficial, varias pruebas piloto con alumnos voluntarios y profesores. Las mejoras de diseño y la corrección de defectos técnicos en estas pruebas han permitido garantizar una cierta fiabilidad de la interface web y de los mecanismos de simulación y cálculo en R (el software encargado de la parte de computación estadística). No obstante, cualquier proyecto de este tipo está sujeto a incidencias técnicas (aquí básicamente incluimos problemas con la web, pero también podríamos considerar problemas en la documentación o en la implantación docente del ejercicio). Esto puede considerarse una desventaja potencial de este tipo de prácticas porque los formatos menos estructurados y con menos apoyo tecnológico son, en términos generales, menos sensibles a incidencias (al menos en el sentido de que las incidencias pueden tener un impacto menor y ser tratadas más fácilmente).

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### Implementación de PRESTON

A partir de este diseño y concepción general, se han concretado las especificaciones de una aplicación web centrada en la interacción con el estudiante. La aplicación está desarrollada en PHP y, como se ha mencionado, tiene un motor de cálculo programado con el software estadístico R. Su ejecución es compatible con los navegadores más habituales.

El software estadístico R es un software de libre distribución que es imprescindible para la generación aleatoria de los datos a partir de modelos dados y para la evaluación de las decisiones introducidas en base a los modelos teóricos establecidos a priori. El hecho de que sea lenguaje de programación conocido por muchos profesores de estadística hace que gran parte del mantenimiento del sistema no dependa de conocimientos sobre la interface web y su programación. Asimismo, el hecho de tratarse de un paquete de libre distribución con un amplio apoyo de la comunidad académica proporciona ventajas en términos económicos y de robustez.

La aplicación dispone de una base de datos donde se registran tanto los parámetros que gobiernan los modelos de simulación como cada uno los movimientos que realizan los estudiantes. Disponer de una base de datos con los parámetros permite flexibilizar su entrada, con la idea de que año tras año la configuración del problema se pueda modificar de forma notable fácilmente y sin necesidad de reprogramar la aplicación. Aunque esto lleve implícita la desventaja antes mencionada (la calibración de precios y parámetros), permite también establecer modificaciones que respondan no solamente a la necesidad de evitar copias de un año con los

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

anteriores, sino también a la posible introducción de nuevas dificultades, simplificaciones o características del ejercicio.

La plataforma es multilinguaje y está estructurada por pantallas. Dispone de un menú principal de acceso a las distintas fases del problema. Las pantallas de cada fase tienen un menú donde se puede acceder al enunciado específico de cada fase y a tres opciones:

1. Compra de datos. La estrategia de compra debe tener en cuenta tanto la cantidad de observaciones como el número de variables a incluir. En todo momento el estudiante tiene control sobre el remanente de presupuesto y lo que le puede suponer una nueva adquisición. El formato de la pantalla de adquisición puede variar ligeramente en función del problema específico de cada fase.

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Número de adquisición: 2 última modificación: jueves, 19 abril, 12:38h  
 confirmar adquisición | descartar cambios

	€/variable	€/individuo	subtotal €	
<b>BARCELONA</b>	60	5.00 €	7.00 €	425.00 €
Lobocar	30			
CotxesLeiny	30			
<b>TARRAGONA</b>	20	10.00 €	9.00 €	190.00 €
CenturionCars	10			
VirgiliCarreras	10			
<b>LLEIDA</b>	12	9.00 €	7.00 €	93.00 €
HugoTorres	6			
MarioCasanova	6			
<b>GIRONA</b>	20	7.00 €	9.00 €	187.00 €
VehiclesOller	10			
RunFun	10			

total presupuesto módulo 1: 1000.00 €  
 saldo restante: 10.00 €  
 total gastado módulo 1: 990.00 €  
 total gastado en esta adquisición: 895.00 €


Figura 1. Pantalla de adquisición de datos


2. Toma de decisiones. Para cada fase los estudiantes introducen en esta pantalla la decisión que consideren más adecuada en vista a los datos que han adquirido y analizado. La pantalla de introducción de decisiones es distinta en función de la decisión específica de cada fase (en una puede consistir en escoger un proveedor, en otra puede consistir en prever el precio de venta de un artículo).

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD




[catalán](#) | [castellano](#) | [inglés](#)  
 **1101** Josep A Sanchez, Lourdes Roderó, Oriol Camps [salir](#)

módulo 1 | módulo 2 | módulo 3 | módulo 4

**última modificación:** jueves, 19 abril, 12:36h

total presupuesto módulo 1:	1000.00 €
saldo restante:	10.00 €
total gastado módulo 1:	990.00 €

 Info dec módulo 1

Marca la casilla correspondiente a tu recomendación como el proveedor del que se debe prescindir en cada delegación.

<b>BARCELONA</b>	
Lobocar	<input type="radio"/>
CotxesLeiny	<input checked="" type="radio"/>
És indiferent	<input type="radio"/>
<b>TARRAGONA</b>	
CenturionCars	<input type="radio"/>
VirgiliCarreras	<input checked="" type="radio"/>
És indiferent	<input type="radio"/>
<b>LLEIDA</b>	
HugoTorres	<input checked="" type="radio"/>
MarioCasanova	<input type="radio"/>
És indiferent	<input type="radio"/>
<b>GIRONA</b>	
VehiclesOller	<input checked="" type="radio"/>
RunFun	<input type="radio"/>
És indiferent	<input type="radio"/>

Figura 2. Pantalla de toma de decisiones

- Visualización del ranking en el juego. Los grupos de tres estudiantes compiten entre otros grupos de su aula de prácticas (en general, hay entre 8 y 12 grupos por aula). Al final de

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

cada fase, cada grupo ve en qué posición ha quedado; también sabe cuánto dinero han generado los otros grupos pero no ve sus nombres ni identificadores (se sustituyen por el carácter ‘?’ en la pantalla de visualización del ranking).

Ranking sobre un total de 11 grupos

Módulo	Margen bruto creado	Ranking parcial en el módulo	Evolución en el ranking global
La posición del resto de grupos después del módulo 1 ha sido:			
Ranking global	Grupo	Total margen bruto creado	
1	?	77400 €	
2	Josep A Sanchez, Lourdes Rodero, Oriol Camps	77400 €	
3	?	77400 €	
4	?	77400 €	
5	?	77400 €	
6	?	77400 €	
7	?	18600 €	
8	?	18600 €	
9	?	5100 €	
10	?	-18600 €	
11	?	-57600 €	

Figura 3. Pantalla de seguimiento del ranking

En la página web está activa una fase en cada período de tiempo. El cierre de la fase dispara automáticamente el cálculo del ranking; después de la última fase la web no se modifica hasta su

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

actualización el cuatrimestre siguiente. El ranking final del ejercicio es el que queda calculado al final de esta última fase.

La web dispone de una parte de acceso restringido a los profesores en la que estos pueden hacer el seguimiento de las actividades de los alumnos (por ejemplo, consultar qué adquisiciones de datos están realizando o qué decisiones proponen). Esto, además de monitorizar el proceso de aprendizaje, permite detectar problemas a tiempo de que se puedan comentar, si es necesario, con los alumnos. La misma zona restringida permite la gestión de todas las funcionalidades de la web por parte de los profesores.

### Conclusiones

Se han realizado pruebas de la aplicación con estudiantes voluntarios como test previo. Las valoraciones iniciales de los estudiantes han sido muy positivas haciendo especial hincapié en la utilidad y flexibilidad de la herramienta. Muchas de las mejoras en la primera versión implantada oficialmente provenían de las opiniones de los estudiantes voluntarios, tanto en relación a la interface web como en relación a la documentación y la estructura general del ejercicio.

Como actividades de investigación sobre metodología docente con el proyecto PRESTON, el siguiente paso será una evaluación sistemática del impacto en la docencia cuando se dispongan de datos suficientes de las implantaciones reales. La percepción inequívoca en la primera

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI





## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

implantación ha sido que las prácticas se han hecho realidad respetando los objetivos y criterios de diseño propuestos. En particular:

- Los estudiantes perciben un contexto realista de toma de decisiones y responden adecuadamente al estímulo de un elemento competitivo, aunque supone una parte muy baja de la nota final: actualmente 0,4 puntos sobre 10. El primer clasificado tiene los 0,4 puntos íntegros, el segundo 0,3, el tercero 0,2, del cuarto al sexto 0,1 puntos y del séptimo en adelante 0 puntos de los 0,4 posibles por el elemento competitivo. La mayor parte de la nota del ejercicio, 1,6 puntos sobre los 10 de la nota final de la asignatura, depende de los informes en los que se los grupos justifican su decisión.
- Los estudiantes tienen claro que el objetivo es tomar una decisión; se ven forzados a pensar el salto desde las recetas sencillas (basadas en criterios numéricos como los p-valores o la  $R^2$ , antes mencionados) a la decisión “de verdad” (con consecuencias en el contexto del juego) que deben introducir en la web y justificar en el informe.
- Esta necesidad de pensar tanto la estrategia de recogida de datos como el análisis y la decisión, hace que la discusión entre las personas de un mismo grupo permita trabajar aspectos colaborativos importantes. En el trabajo en equipo que vivirán los estudiantes de ingeniería en su futuro profesional, además de realizar tareas conjuntamente, a veces deberán ponerse de acuerdo en qué decisión toman conjuntamente, aunque haya discrepancias individuales.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Bloom, B.S., et al. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I, Cognitive Domain*. New York: David McKay.

Caillois, R. (1958). *Les jeux et les hommes*, Gallimard, Paris

Chance, B. L. (2002). Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment, *Journal of Statistics Education*, Vol. 10, Num. 3

Cochran, J. J. (2005). Can you *really* learn basic probability by playing a sports board game?, *The American Statistician*, Vol 59, No. 3

Elder, C. D. (1973). Problems in the structure and use of educational simulation, *Sociology of Education*, Vol 46 (Summer)

Fullerton, T. (2008). *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*, Morgan Kaufmann Publishers (Elsevier), Burlington MA

González, J.-A., Marco, Ll., Rodero, L., Sánchez, J.-A. (2008). e-status: a problem-based learning web tool powered by R, *COMPSTAT'2008 Proceedings*

Iizuka, M., Tarumi, T., Yanagi, K., Fueda, K., Fujino, T. (2004). Development of the educational materials for statistics using Web, *COMPSTAT'2004 Symposium*, Physica-Verlag/Springer

Lee, C. (2010). Some issues of data production in teaching statistics, *Proceedings of the ICOTS8 Conference*, Ljubljana, Slovenia

SECRETARIA TÉCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- MacKay, J., Steiner, S. (2010). Learning to apply statistics using a virtual environment, *Proceedings of the ICOTS8 Conference*, Ljubljana, Slovenia
- Moore, D. S. (1990). Uncertainty, en *On the Shoulders of Giants*, L. A. Steen (Ed.), National Academy Press
- Nolan, D., Speed, T. P. (1999). Teaching statistics theory through applications, *The American Statistician*, Vol 53, No. 4
- Pike, D. J. (1976). Statistical games as teaching aids, *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 25, No. 2
- Pipelers, P., Thas, O., De Vleeschauwer, D., Ottoy, J.-P. (2006). A web-based exercise tool using randomized datasets for statistical education, *Proceedings of ICOST7 Conference*
- R Development Core Team (2006). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.
- Saporta G., Bourdeau M. (2004). The St@tnet Project for Teaching Statistics in the Information Society, *COMPSTAT'2004 Symposium*, Physica-Verlag/Springer
- Snee, R. D. (1993). What's missing in statistical education?, *The American Statistician*, Vol 47, No. 2
- Tanner, M. A. (1985). The use of investigations in the introductory statistics course, *The American Statistician*, Vol 39, No. 4

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Taplin, R. (2007). Enhancing Statistical Education by Using Role-Plays of Consultations, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, Vol. 170, No. 2

Valero-García, M., Navarro J.J. (2001). Niveles de Competencia de los Objetivos Formativos en las Ingenierías. *JENUI 2001*.

Woods, D. (2006). An e-Learning Statistics Module for Design of Experiments *MSOR Connections*, Vol. 6, No. 3

Zimmerman, E., Salen, K. (Eds.) (2006). *The Game Design Reader: A Rules of Play Anthology*, The MIT Press, Cambridge MA

SECRETARIA TÈCNICA  
VII CIDUI