

# El reto de innovar en la enseñanza de Probabilidad y Estadística en Ingeniería

## DESTINATARIOS PRINCIPALES / CARACTERIZACIÓN:

**PyE I** es un curso obligatorio, que hace parte del pensum de todas las carreras ofrecidas por la Facultad de Ingeniería. Un promedio de 600 estudiantes toman el curso cada semestre y, dependiendo de la ingeniería en la cual se encuentran inscritos, pueden tomar la materia en cuarto, quinto o sexto semestre. Cada semestre se cuenta con una oferta de siete a diez secciones magistrales, cada una con entre 50 y 80 estudiantes, y con 19 secciones complementarias o de refuerzo, cada una con un promedio de 35 estudiantes por sección.

ESTADO DE LA INNOVACIÓN: Implementada  
FECHAS IMPORTANTES: 201420 inicio innovación, 201610 prueba piloto  
FINANCIACIÓN: Decanatura Ingeniería y Vicerrectoría Académica

## Uso de TICs y metodologías de clase invertida

### NECESIDADES EDUCATIVAS

El proyecto de innovación y rediseño pedagógico del curso de PyE I estuvo orientado a: i) **aumentar el nivel de motivación** de los estudiantes a través de la participación activa durante su proceso de aprendizaje (antes, durante y después de las sesiones de clase magistrales); ii) **incorporar el uso de tecnología** como facilitador del proceso de aprendizaje, mejorando los procesos de retroalimentación; iii) a través de la solución de ejercicios y problemas en contextos de ingeniería **mejorar el entendimiento** de la aplicación de los conceptos en **la solución de problemas reales de ingeniería**; iv) **mejorar el nivel de comprensión y/o aprendizaje** de los estudiantes evidenciado a través del desempeño académico en el examen final del curso.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CURSO O PROGRAMA

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DEL CURSO

Bloques: Grandes ideas

#### Probabilidad

1. Reconocer y entender eventos y fenómenos de naturaleza probabilística
2. Adquirir habilidades en la construcción de modelos probabilísticos para cuantificar el riesgo

#### Estadística

3. Manejo y análisis de datos para identificar patrones y realizar inferencias
4. Construcción de modelos estadísticos básicos

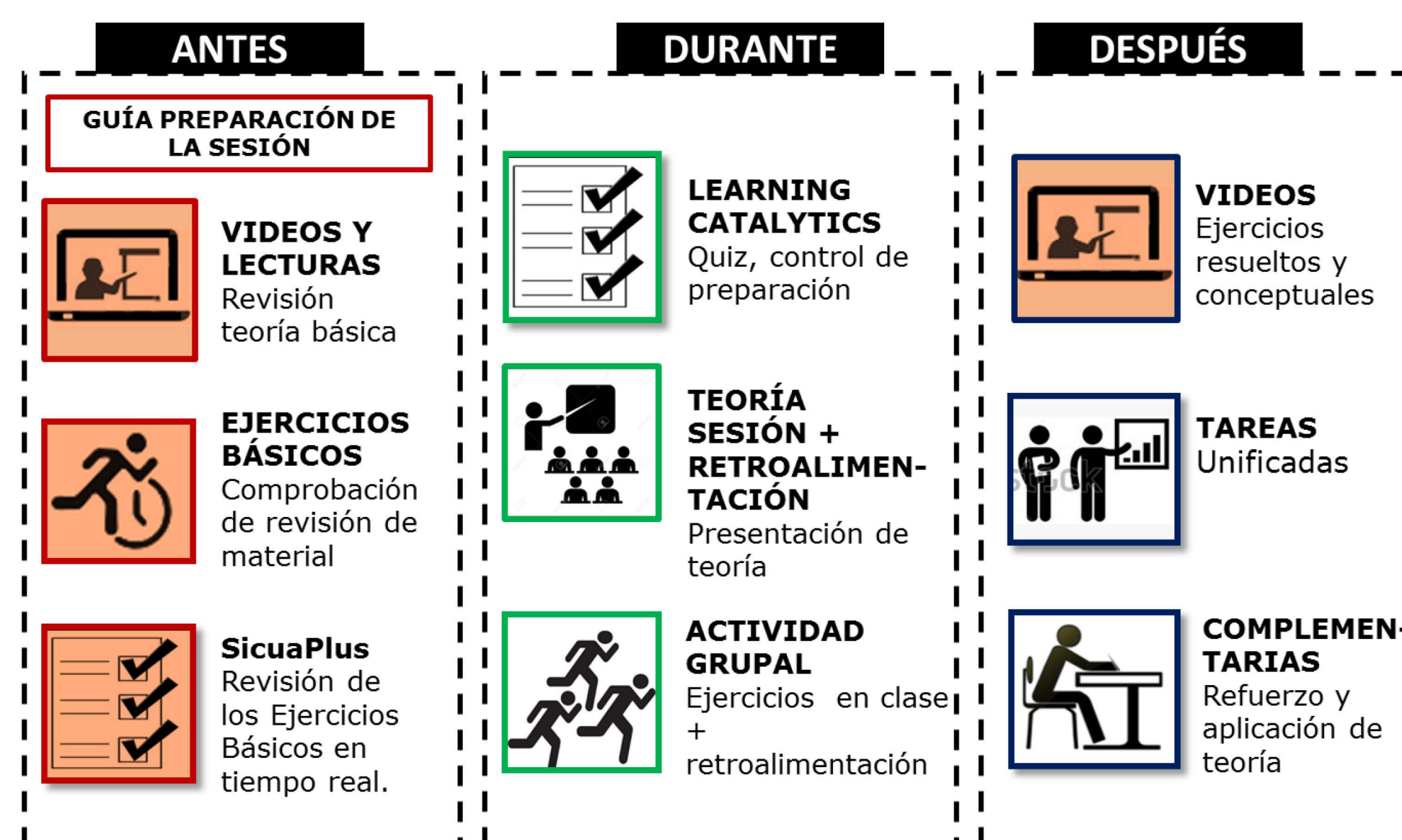
Estructura a partir de Grandes ideas

EJES TEMÁTICOS	MÓDULOS: GRANDES IDEAS	CONTENIDO DEL MÓDULO	DURACIÓN DE LAS SESIONES
PROBABILIDAD	MÓDULO 1: Reconocer y entender eventos y fenómenos de naturaleza probabilística	Introducción del curso Definición de riesgo e incertidumbre La probabilidad es cuantificable, se puede modelar Definición de qué es probabilidad e interpretación Qué es un evento Probabilístico y Cálculo de probabilidades Situación problemática 1	1
	MÓDULO 2: Adquirir habilidades en la construcción de modelos probabilísticos para cuantificar el riesgo	Qué es probabilidad condicional / Teorema de Bayes Árboles de probabilidad Variables aleatorias: tipos y propiedades Distribuciones de Probabilidad y Caracterización Representación y cuantificación de probabilidad (distribuciones de uso común) Simulación Variables aleatorias conjuntas 1 Variables aleatorias conjuntas 2 Suma de VAs independientes	1 1 1 1 1 1 1 1
	MÓDULO 3: Manejar y analizar datos para identificar patrones y realizar inferencias	Situación problemática 2 Estadística descriptiva Representación de datos Estimaciones puntuales Intervalos de Confianza Pruebas de hipótesis 1 Pruebas de hipótesis 2	1 1 1 1 1 1
	MÓDULO 4: Construir modelos estadísticos básicos	Situación Problemática 3 Modelos de regresión lineal 1 Modelos de regresión lineal 2	1 1 1

Para cada módulo, se identificaron las sesiones, los temas y los entendimientos perdurables.

#### Ejemplo módulo 1:

ENTENDIMIENTOS PERDURABLES
1. En las situaciones que comportan riesgo e incertidumbre, y este riesgo se puede modelar y cuantificar.
2. Las situaciones/problemas que comportan riesgo, se pueden modelar a través de experimentos aleatorios, espacios muestrales y eventos.
3. Una probabilidad representa el nivel de certeza de que un evento tenga lugar.



3 créditos → 9,5 horas semanales. El trabajo en horas se distribuye de la siguiente manera:

Lunes	Semana
Clase complementaria (1h30).	Clase magistral (3h) + Actividades virtuales (5h)

#### MATERIAL DISEÑADO

**15 sets de clase**, cada uno de los cuales consta de: Guía, Lectura, Ejercicios básicos en SicuaPlus (prueba), Quiz - Learning Catalytics, Presentación en PowerPoint, Taller en clase. **18 videos** producidos en Uniandes disponibles en 8 de las 15 sesiones del semestre.

## HALLAZGOS

### RESULTADOS

Para evaluar los contenidos aprendidos durante el curso en el segundo semestre de 2015 y los dos semestres de 2016, se aplicó el examen a los estudiantes de los dos tipos de sección: intervenidas (curso rediseñado) y no intervenidas.

Para el proceso de calificación del estudiante se asigna un puntaje o nivel de habilidad y conocimiento a todos los estudiantes que tomaron el examen final (tanto de las secciones intervenidas como de las no intervenidas). Para facilitar la interpretación de los resultados, las calificaciones fueron estandarizadas, lo que significa que se expresan en unidades de desviación estándar.

El modelo de regresión es:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \epsilon$

Variable	Model		
	$\beta$	Standard Error	P-value
Intercept	0,007	0,049	<b>0,884</b>
Intervened	0,216	0,075	<b>0,004</b>
Sem. 2016-I	0,145	0,065	<b>0,026</b>
Sem. 2016-II	0,140	0,064	<b>0,029</b>
Repeating	-0,461	0,077	<b>0,000</b>
Obs.	1456		

$X_1$ : el alumno pertenece a una sección de clase de intervención

$X_2$ : el alumno pertenece a la sección del semestre 2016-I

$X_3$ : el alumno pertenece a la sección del semestre 2016-II

$X_4$ : el estudiante está repitiendo el curso.

El Modelo de Regresión presenta como resultado que, controlando el semestre y los repitentes, la intervención tiene un efecto significativo en los resultados de la prueba, tal como se observa en el modelo estimado ( $\beta = 0,216$ ;  $p < 0,05$ ).

Las diferencias entre los resultados del examen para los tres semestres analizados no pueden atribuirse a las diferencias entre los exámenes (en cuanto a su diseño y complejidad), sino a las diferencias reales entre los resultados del desempeño de los estudiantes. El proceso de control llevado a cabo durante el desarrollo y la validación del examen garantiza la comparabilidad entre sus aplicaciones.

Considerando los modelos estadísticos de evaluación del desempeño académico, se puede asegurar que **la intervención tiene un efecto de aproximadamente un cuarto de desviación estándar** (0,22; 0,27; 0,24) en la puntuación del examen final. Sobre las otras variables consideradas en los modelos, se concluye que también existe un efecto por el semestre, a favor de los dos semestres del 2016, en comparación con 2015-II.

Respecto al PGA y las notas de las dos materias requisito, se puede asegurar que presentan una asociación positiva significativa de magnitud importante (más de media desviación estándar) con los resultados del examen.

### CONCLUSIONES

La experiencia de implementación del rediseño del curso de PyE I, durante tres semestres consecutivos (desde el segundo semestre de 2015) ha evidenciado:

- Sostenibilidad del curso y su rediseño.
- Potencial del material diseñado y producido para apoyar el desarrollo de cursos con uso intermedio de temas de probabilidad y estadística.

El proceso de rediseño permitió realizar revisión del material disponible para la enseñanza de Probabilidad y Estadística I, así como producir materiales y recursos educativos y tecnológicos que pueden ser utilizados en múltiples contextos. Se produjeron, entre otros materiales, 18 videos, que cubren cada uno de los temas fundamentales del contenido del curso.

Adicionalmente, los profesores que dictan el curso han observado que es posible interactuar bastante más con los estudiantes. El profesor se siente mejor durante el desarrollo de la clase, porque hay más interacción y mejor comunicación con los estudiantes, lo cual puede ser corroborado con los resultados del estudio semi-cuantitativo sobre la percepción de los estudiantes sobre la valoración de su proceso de aprendizaje.

### TESTIMONIOS



Preparar cada tema con videos y ejercicios básicos permite reforzar los conceptos y preparar la clase. El quiz es una buena forma de evaluarlos. Estas actividades permiten que los estudiantes estén preparados para el quiz, y que la clase se enfoque más en resolver dudas durante la sesión presencial (...) favoreciendo el proceso de aprendizaje.

La clase se hace más interactiva.

La preparación previa es un buen método, ayuda al estudiante a ser autónomo y permite preparar mejor los temas de clase.

Los videos realizados por los profesores de la universidad dan una buena introducción al tema. Los otros que no son realizados por los profesores no son tan claros.

Deberían hacer videos sobre los temas que les faltan.

La metodología es buena, ya que hay mucho material en el cual estudiar, sin embargo, a veces no hay tiempo para poderlo estudiarlo todo.

La preparación antes, durante y después de la clase magistral es muy buena. La metodología es sumamente activa y participativa.

Es buena la clase, los ejercicios son muy pertinentes y el hecho de traer preparada la clase ayuda a que ésta fluya

El énfasis de clase en resolver problemas es muy útil.

CÓDIGO: IIND 2106

NÚMERO DE CRÉDITOS: 3

MODALIDAD EN QUE SE OFRECE: Presencial / Clase Invertida

ÁREA DE FORMACIÓN: Probabilidad y Estadística I

EQUIPO UNIDAD ACADÉMICA: Ingeniería Industrial

CONTACTO: Mario Castillo [mcastill@uniandes.edu.co](mailto:mcastill@uniandes.edu.co)  
Astrid Bernal [aj.bernal218@uniandes.edu.co](mailto:aj.bernal218@uniandes.edu.co)