

# Laboratorios Virtuales

*Deslocalización el aprendizaje de competencias prácticas*

G. de Arcas, S. López\*, A. Carpeño\*

## Introducción



- ✓ Modelo educativo centrado en el estudiante (EEES)
- ✓ Optimización de recursos
- ✓ Cambios sociales y generacionales
- ✓ Avance de las TIC



- ✗ Adquisición de competencias prácticas



## Alternativas

The image shows three alternative educational approaches, each with a representative image and associated logos:

- Laboratorios Remotos:** Represented by a screenshot of a remote lab interface. Logo: NetLab.
- Simuladores y mundos virtuales 3D:** Represented by a 3D virtual lab environment. Logos: OrCAD PSpice® and OpenSimulator.
- Laboratorio en casa:** Represented by an Arduino Uno board and a Raspberry Pi. Logos: ARDUINO and RaspberryPi.

3/34

## ¿Lo mejor de cada cosa?



**Perspectiva Tecnológica para la Educación STEM+ 2013-2018**  
Informe Horizon NMC - Análisis Sectorial ( NMC, CSEV, UNED, IEEE)

Un año o menos	Dos o tres años	Cuatro o cinco años
Learning Analytics	3D Printing	Flexible Displays
Mobile Learning	Games and Gamification	The Internet of Things
Online Learning	Immersive Learning Environments	Machine Learning
Virtual and Remote Laboratories	Wearable Technology	Virtual Assistants

## Hipótesis de partida



Aula de laboratorio real



Aula de laboratorio virtual



5

## Objetivos Pedagógicos

- ✓ Proporcionar una elevada **sensación de realismo** que permita adquirir competencias de carácter práctico - mundo virtual 3D
- ✓ Permitir la **experimentación con sistemas reales** - *backend* real, no simulado
- ✓ Permitir el **trabajo colaborativo** entre estudiantes y con los profesores
- ✓ **Incrementar la motivación** y el **interés** de los estudiantes en el aprendizaje utilizando medios similares a los que usan habitualmente (videojuegos)
- ✓ Potenciar el **aprendizaje activo**. El estudiante no asume un rol pasivo sino que en todo momento debe tomar decisiones que influyen en su aprendizaje
- ✓ Evaluar la posibilidad de **adquirir competencias prácticas** como las que se alcanzan en un laboratorio presencial

6

## eLab3D



Universidad Politécnica de Madrid  
E.U.I.T. Telecomunicación

El objetivo del proyecto es emular en un entorno 3D un laboratorio de electrónica donde se podrá operar de forma real con los instrumentos típicos de un laboratorio, para comparar y verificar el funcionamiento de diferentes circuitos electrónicos.



eLab-3D

## Entorno virtual



Edificio



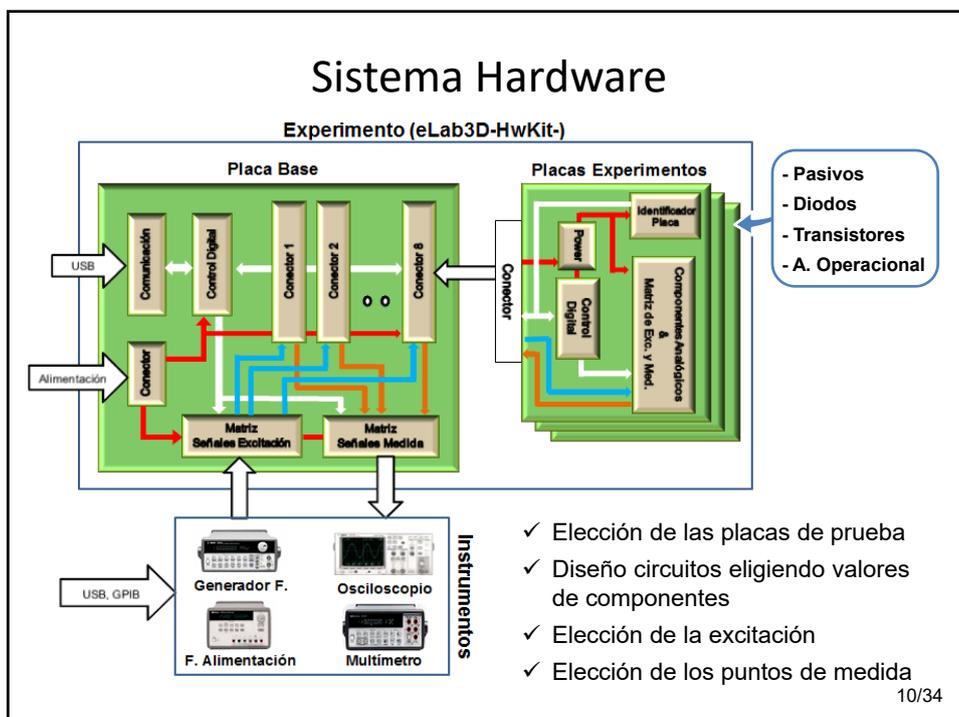
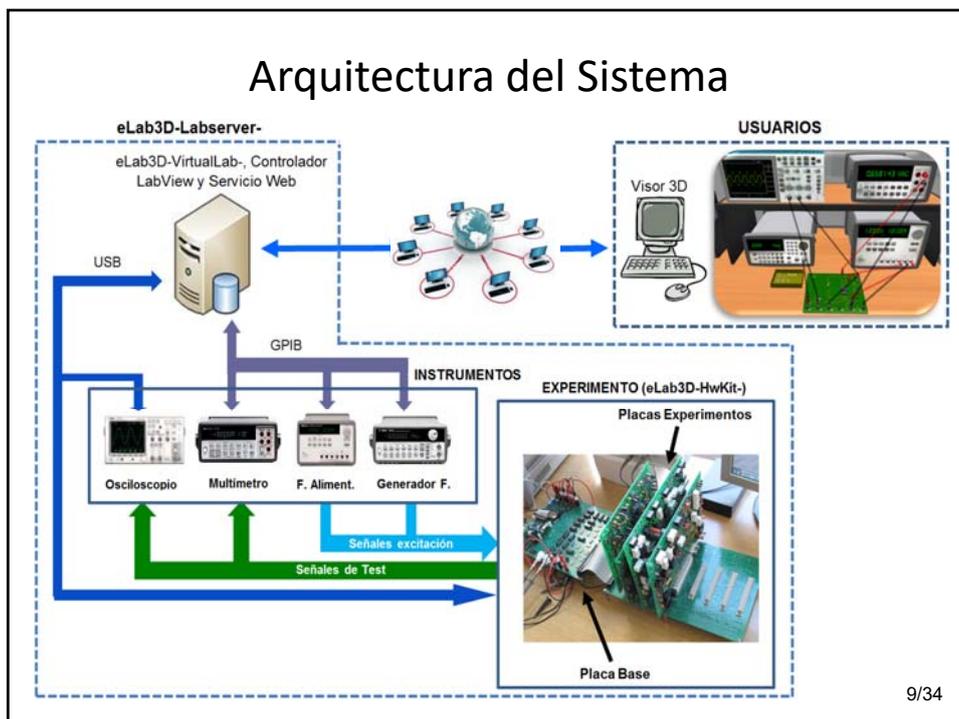
Sala de videos



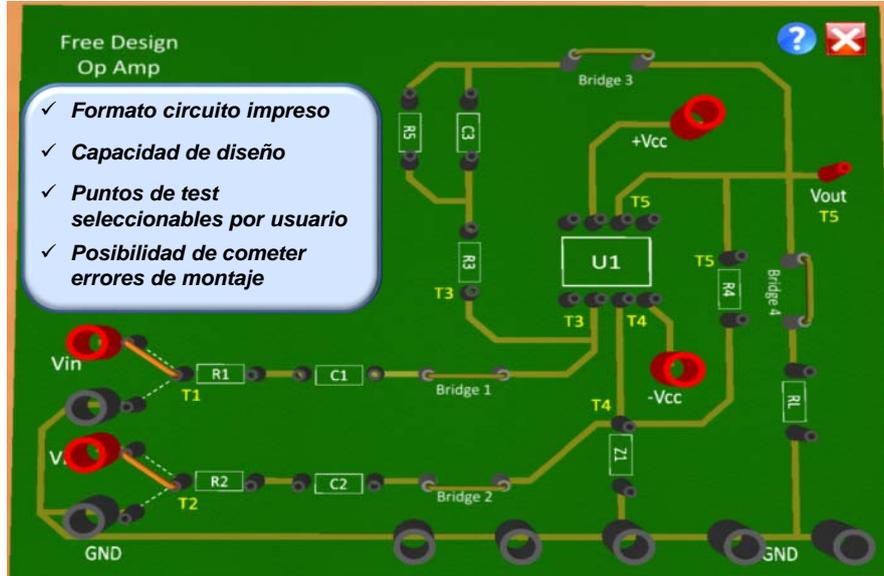
Sala de Reuniones



Puesto de Laboratorio



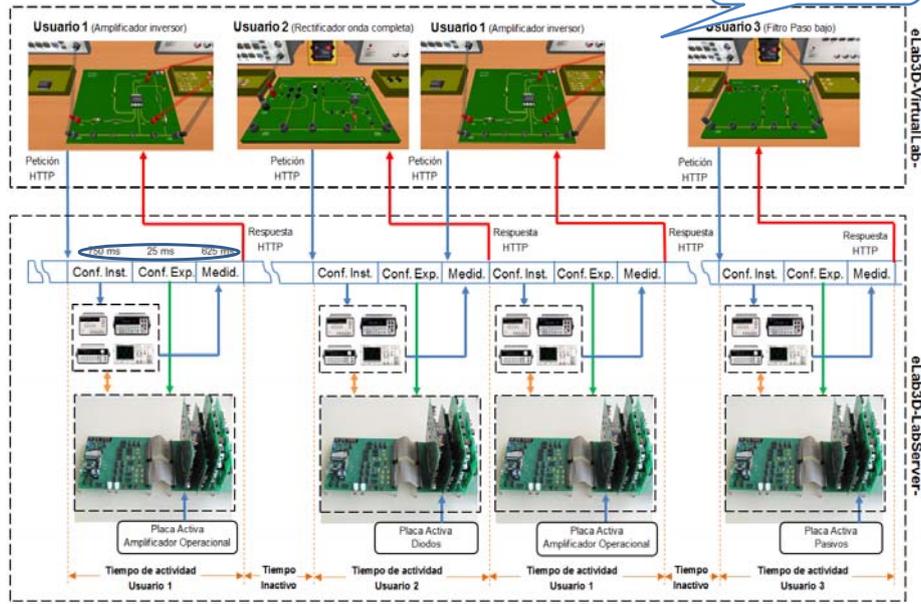
## Mundo virtual



11/34

## Soporte multiusuario

≤ 11 usuarios simultáneos



## Experiencias educativas

¿Es posible alcanzar con eLab3D resultados de aprendizaje análogos a los que se consiguen en los laboratorios presenciales ?

### Selección asignaturas

- Estudiantes de diferentes cursos
- Integración en las actividades prácticas ya previstas en las asignaturas

### Metodología

- Grupo control (P) y grupo experimental (O)
- Pretest-postest

### Datos recopilados

- Calificaciones de pruebas individuales sobre conocimientos iniciales (*pretest*)
- Calificaciones de las pruebas de evaluación (*postest*)
- Tiempos de dedicación a la realización de las actividades
- Opiniones de los estudiantes (aprendizaje percibido y satisfacción)

13/34

## Diseño Experiencias

### Plan de estudios Titulaciones ETSIST

Primer Semestre	Segundo Semestre		Cuarto Semestre
Análisis de Circuitos I	Electrónica I	Análisis de Circuitos II	Electrónica Analógica I

### Electrónica Analógica I

- ✓ Curso 2012-13.
- ✓ Titulación Grado Electrónica de Comunicaciones.
- ✓ Grupo P: 34 estudiantes
- ✓ Grupo O: 26 estudiantes
- ✓ Primera práctica (Instrumentos), resto de prácticas presenciales

### Electrónica I

- ✓ Curso 2013-14.
- ✓ Cuatro Titulaciones de Grado
- ✓ Grupo P: 31 estudiantes
- ✓ Grupo O: 31 estudiantes
- ✓ Cuatro prácticas (Instrumentos, Diodos, Transistores y Amplificador operacional)

14/34

## Experiencia Electrónica Analógica I

Valores	Experimental (O)			Control (P)		
	N	Media	Desv. Tip.	N	Media	Desv. Tip.
Pretest (0-10)	26	6,24	1,46	33	6,81	1,77
Posttest (0-10)	26	7,41	2,59	33	7,80	2,25
Tiempo dedicado (h)	26	2,75	1,14	33	2,06	0,61

	Prueba	Estadístico	p-valor
Pretest	t-Student	t(57) = -1,32	0,192
Posttest	U Mann Whitney	U= 402	0,676
Tiempo dedicado	U Mann Whitney	U= 305.5	0,039

15/34

## Experiencia Electrónica Analógica I

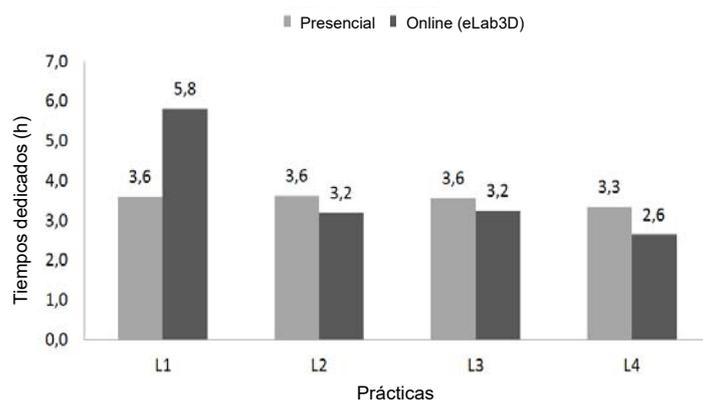
Valores	Experimental (O)			Control (P)		
	N	Media	Desv. Tip.	N	Media	Desv. Tip.
Pretest (0-10)	31	4,57	1,58	31	4,90	1,84
Posttest (0-10)	31	6,88	1,55	31	6,44	1,47
Tiempo dedicado (h)	31	14,87	2,70	31	14,09	2,11

	Prueba	Estadístico	p-valor
Pretest	t-Student	t(60) = -0,74	0,462
Posttest	t-Student	t(60) = 1,14	0,260
Tiempo dedicado	t-Student	t(60) = 1,21	0,231

16/34

## Tiempo dedicado

- ✓ El entorno online requiere un esfuerzo adicional inicial, que se compensa en prácticas posteriores

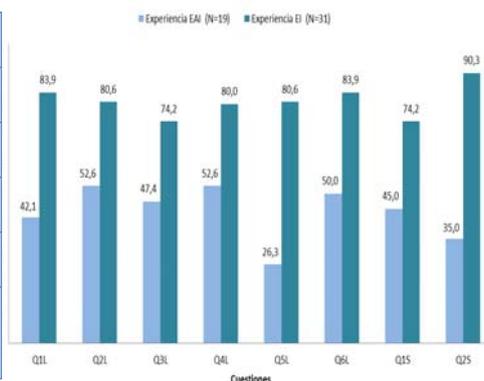


17

## Aprendizaje percibido y satisfacción

- ✓ Valoraciones muy superiores cuando se ha utilizado de forma intensiva eLab3D

Q1L	Mejora la comprensión de la teoría
Q2L	Me facilitará la realización de prácticas
Q3L	Mejora el manejo de los instrumentos
Q4L	Mejora la habilidad para montar y depurar
Q5L	Mejora la comprensión sobre cómo montar circuitos electrónicos
Q6L	Mejora la comprensión sobre la metodología



18/34

## Resultados

- Recurso disponible a través de la Red de Laboratorios de la UPM (GATE)
  - Asignaturas de Titulaciones de grado de la UPM
  - Apoyo a estudiantes y profesores de secundaria (IES GARCIA MORATO, IES MARIA ZAMBRANO, IES SATAFI, COLEGIO LUYFERIVAS)



<http://3dlabs.upm.es/index.php>

19/34

## Conclusiones

- ¿Para qué puede valer?
  - Optimización de recursos
  - Apoyo a recursos existentes
  - Imagen, visibilidad, nuevas oportunidades
- Recurso complejo de mantener
  - *Backend* simulado?
- Retos tecnológicos
  - Interfaces de usuario
  - Análisis de datos: evaluación, seguimiento, feedback en tiempo real...
  - Comunicaciones
  - Madurez de las tecnologías
- Implicación docente elevada

20

## Otros resultados

- ❑ **Transferencia de tecnología**
  - Proyecto PN - aplicaciones en entornos de fusión nuclear
- ❑ **Premios:**
  - Best Demo Award (REV 2014)
  - Mejor Comunicación Oral del Congreso (TAEE 2014)
- ❑ **Revistas**
  - VAEP-RITA (publicación del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE) (vol. 2, n. 3, 2014)
  - IEEE-RITA (publicación de la Sociedad de Educación del IEEE) (vol. 10, num. 3, 2015)
- ❑ **Congresos**
  - XI Congreso en Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAEE 2014)
  - II Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y competitividad (CIANIC 2013)
  - 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV 2014)
  - 10th IAEA Technical Meeting on Control, Data Acquisition and Remote Participation for Fusion Research (2015)

**iRIO-3DLab**

21/34