

# Escuela para la enseñanza de sistemas embebidos, una experiencia federal en la República Argentina

Maria de los Angeles Gómez López, Adrián Laiuppa, Sergio H. Gallina y Ariel Lutenberg  
*Presidente RUSE - Universidad Nacional de Tucumán, mgomezlopez@herrera.unt.edu.ar*

**Resumen**—En este trabajo se presenta la experiencia de la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE) tendiente a la formación continua de docentes de las carreras de electrónica, computación e informática en la República Argentina. Se resume la historia de las escuelas y las modalidades de cursado y evaluación. En el apartado desarrollo se presentan las experiencias más relevantes de estas escuelas y finalmente se muestran las conclusiones a la que este equipo llega sobre la experiencia recogida en estos años de existencia de las escuelas.

**Palabras clave** Escuela, Formación Continua, Sistemas Embebidos, RUSE, ACSE.

## I. INTRODUCCIÓN

En este mundo cambiante y globalizado las funciones de los docentes son complejas, ya que deben responder a las necesidades diversas de una población estudiantil, a unas tecnologías en constante evolución y a unas demandas de excelencia reclamadas por todos los sectores de la sociedad [1].

A partir de una propuesta del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) el 12 de septiembre de 2013 se creó la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE), que está actualmente integrada por 58 Unidades Académicas de diferentes ciudades de la República Argentina y que permite establecer formalmente articulaciones e iniciativas de interés general. [2].

Los objetivos de la RUSE [3] son amplios y entre ellos se tiene el de “Promover la capacitación de los recursos humanos en temáticas relacionadas con los sistemas embebidos y el diseño digital a través de espacios de formación académica como el auspicio de cursos de extensión abiertos a la industria y los profesionales en general, seminarios de capacitación para docentes de instituciones miembros de la Red, talleres, y experiencias de campo”. A su vez, la Asociación Civil de Sistemas Embebidos (ACSE) [4], asociación creada sin fines de lucro cuyo propósito principal es difundir en el ámbito profesional y académico las tecnologías asociadas a los sistemas embebidos, brinda apoyo administrativo a la RUSE.

Para cumplir con este objetivo se propuso, discutió y consensuó el llevar adelante dos escuelas de formación para docentes cada año, cada una de ellas con un desarrollo intensivo de 8 horas diarias de trabajo en aulas y/o talleres durante cinco días.

Hasta la fecha se han desarrollado 7 escuelas en diferentes universidades nacionales de la República Argentina asegurando con ello el sentido federal e inclusivo de la iniciativa.

Estas escuelas pretenden formar docentes que dominen las nuevas tecnologías asociadas a los sistemas embebidos y sepan llegar claramente a nuestras aulas. Se ha procurado no solo fortalecer los conocimientos y habilidades en el dominio específico de esta área de la electrónica,

computación e informática, sino que en cada escuela y curso asociado a ella se ha puesto énfasis en las herramientas didácticas necesarias para la transmisión de estos conocimientos a los alumnos en cada aula donde los profesores se deben desempeñar, se ha puesto énfasis en la metodología, las herramientas y el diseño de los prácticos, haciendo mucho más atractiva y motivadora una clase.

### A. Destinatarios

Las escuelas fueron concebidas para profesores, auxiliares docentes e ingenieros de las áreas electrónica, computación e informática, que se dedican a la enseñanza en Universidades e Institutos Técnicos nacionales. En cada edición, se dispone de un cupo para estudiantes avanzados.

### B. Modalidad de cursado

Los cursos son teóricos – prácticos con evaluación final, siendo las Unidades Académicas organizadoras las encargadas de certificar la aprobación de los cursos a quienes cumplan satisfactoriamente con los requisitos para aprobar cada curso.

Los docentes capacitadores en cada escuela son de reconocido prestigio en el área de los sistemas embebidos, tanto a nivel nacional como internacional.

## II. METODOLOGÍA

La RUSE elaboró un manual de procedimientos con el fin de facilitar las tareas organizativas a las sedes de escuelas para la enseñanza de sistemas embebidos [5]. El manual describe la manera de difundir y comunicar, una sugerencia del cronograma organizativo, la manera de realizar la preinscripción e inscripción final, y una metodología para realizar los pagos de alojamiento y comida.

### A. Difusión y comunicación

Se emplean las redes de divulgación de la RUSE, EMBEB32 [6] y ACSE. Las vías de comunicación simultáneas básicamente son tres: a) [SASE-ORG] grupo de correos electrónicos de Google de la comunidad RUSE [7], b) [EMBEB32] grupo de correos electrónicos de Google de la comunidad embebidos32@, y c) la página web de las escuelas [8].

En virtud de esto, mediante un Boletín Informativo se dan a conocer todos los aspectos de la escuela. Este documento, en un comienzo es información preliminar y luego se convierte en un Boletín Informativo final. Previamente a la difusión general, el documento debe ser dado a conocer para consenso y convalidación a las autoridades de RUSE y ACSE.

### B. Cronograma de organización

Se sugiere la organización en 4 etapas:

Etapas 1 – 4 semanas: un mes para la definición de los cursos con los disertantes y presentación de costos en las primeras dos semanas.

Etapas 2– 2 semanas: Para hacer la preinscripción y ver los cursos más demandados y el cupo.

Etapas 3– 2 semanas: Para hacer la inscripción final.

Etapas 4– 2 semanas: Para hacer los ajustes finales, decidir cursos a dictar, generar planillas de inscriptos, acomodar los espacios áulicos, etc.

### C. Preinscripción

La preinscripción es importante porque da una idea del número de participantes, el ranking de los cursos más solicitados y la cantidad de participantes en cada curso. La preinscripción permite terminar de definir los cursos a dictar y prever los espacios áulicos para cada uno. Es altamente recomendable emplear una herramienta universal, estandarizada, independiente de la/s institución/es organizadora/s para la preinscripción y para la posterior inscripción final. Por ello es que se adoptó Google Drive y Google Docs (forms, sheet), para implementar los formularios.

### D. Inscripción

Se abre inmediatamente después de cerrada la preinscripción. Este formulario incorpora todos los detalles organizativos: datos personales (extraídos de la preinscripción), dos opciones de cursos, día y horario de llegada y partida, medio de movilidad, alimentación específica en caso de enfermedad, preferencias para compartir habitación, comentarios y detalles de facturación. Se fue mejorando a lo largo de las distintas escuelas y fue transferido de una coordinación a otra.

Las respuestas de los formularios de preinscripción y inscripción se comparten para lectura a través de Google Drive tanto a autoridades de RUSE como a ACSE para que los distintos agentes intervinientes en la coordinación se mantengan informados.

## III. DESARROLLO

### A. Cronología de las escuelas

La Tabla I describe la cronología de las escuelas. Como se observa, se realizaron 7 escuelas para la enseñanza de sistemas embebidos ininterrumpidamente desde diciembre del 2013 hasta noviembre del 2016.

### B. Estadísticas

Si bien la ofertas de cursos por escuela llegó hasta seis, el número de cursos final por escuela varió entre tres y cinco. Esta diferencia surge de sentir mediante una preinscripción, el interés de la gente y en función de esto decidir los cursos finales a dictar. La Tabla II muestra los cursos finales dictados en cada escuela.

En la Fig. 1 se muestra el comportamiento de la Tabla II gráficamente. Se observa que en las escuelas centrales se dictaron más cursos que en las otras.

**TABLA I**  
CRONOLOGÍA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS 7 ESCUELAS PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS EMBEBIDOS

Nro	POSICIÓN GEOGRÁFICA	FECHA
1ESE	Los Reyunos, Mendoza	Diciembre 2013
2ESE	Paraná y Oro Verde, Entre Ríos	Marzo 2014
3ESE	Horco Molle, Tucumán	Setiembre 2014
4ESE	Ciudad de La Punta, San Luis	Abril 2015
5ESE	Horco Molle, Tucumán	Setiembre 2015
6ESE	Alta Gracia, Córdoba	Junio 2016
7ESE	Horco Molle, Tucumán	Noviembre 2016

(ESE Escuela de Sistemas Embebidos)

**TABLA II**  
OFERTA DE CURSOS FINALES LUEGO DE LA PREINSCRIPCIÓN

Nro	OFERTA DE CURSOS
1ESE	1) Lógica Digital Programable 2) Arq. y Programación de micros de 32 bits 3) Modelos de Software para Sistemas Embebidos
2ESE	1) Arq. y programación de micros de 32 bits (básico) 2) Arq. y programación de micros de 32 bits (avanzado) 3) Síntesis y Simulación de Sistemas Digitales descritos en VHDL e Implementados en FPGA
3ESE	1) Arq. y Programación de Micros de 32 bits (Parte I) 2) Arq. y Programación de Micros de 32 bits (Parte II) 3) Sistemas Operativos de Tiempo Real 4) Diseño Lógico Digital con Dispositivos Lógicos Programables 5) Implementación de Algoritmos de Procesamiento de Señales en FPGA
4ESE	1) Arq. y Programación de Micros de 32 bits (Parte I) 2) Arq. y Programación de Micros de 32 bits (Parte II) (Sobre EDU-CIAA) 3) RTOS y aplicaciones utilizando CIAA-Firmware (Sobre EDU-CIAA) 4) Procesamiento Digital de Señales y Aplicaciones Embebidas con FPGA
5ESE	1) Introducción a la programación de la CIAA en lenguaje C (sin RTOS). 2) Programación de la CIAA utilizando CIAA-Firmware y RTOS (FreeOSEK). 3) Linux Embebido (con prácticas sobre Beaglebone Black y CIAA). 4) Introducción a los Dispositivos Lógicos Programables (FPGAs y HDLs) 5) WORKSHOP IDE4PLC
6ESE	1) Introducción a la programación de la CIAA (sin RTOS) 2) Programación de la CIAA utilizando CIAA-Firmware y RTOS (FreeOSEK) 3) Diseño de Sistemas Críticos 4) Introducción a Linux Embebido
7ESE	1) Introducción a la programación de la CIAA (sin RTOS) 2) Programación de la CIAA utilizando CIAA-Firmware y RTOS (FreeOSEK) 3) Gestión de Sistemas Embebidos

(ESE Escuela de Sistemas Embebidos)

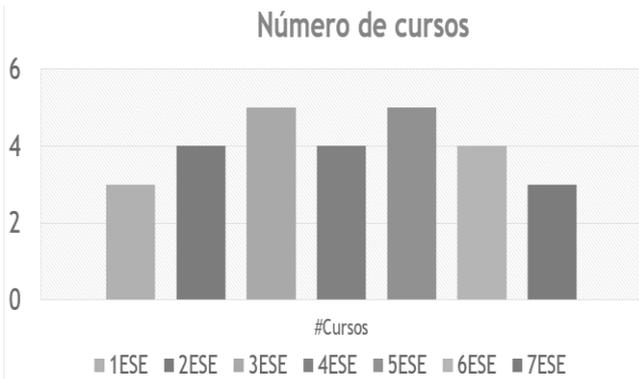


Fig. 1: Número de cursos dictado por cada escuela. (ESE Escuela de Sistemas Embebidos)

**B. Participantes en las escuelas**

La Tabla III muestra la la cantidad de inscriptos por cada escuela y la Fig. 2 el comportamiento gráfico de esta cantidad. Se observa una tasa positiva de incremento en la cantidad de inscriptos durante las tres primeras escuelas, llegando a un máximo en la 3era escuela y a partir de aquí una tasa negativa en el número de participantes. Esto sin duda constituye un comportamiento particular y se analizará en la conclusión.

TABLA III

NÚMERO DE PARTICIPANTES POR ESCUELA (ESE Escuela de Sistemas Embebidos)

	1ESE	2ESE	3ESE	4ESE	5ESE	6ESE	7ESE
Partic	46	67	74	60	59	44	38

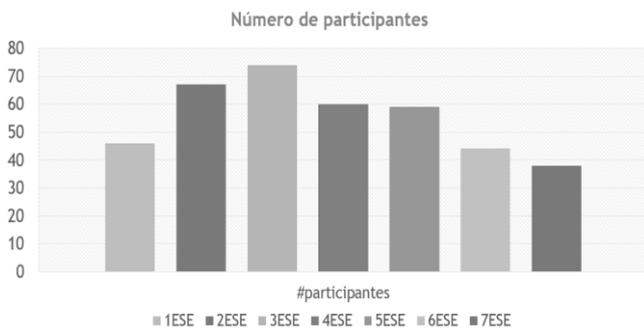


Fig. 2: Cantidad de participantes por cada escuela.

**C. Unidades académicas participantes**

La Tabla IV muestra la cantidad de Unidades Académicas (UA) participantes en cada escuela y la Fig. 3 el comportamiento gráfico de esta cantidad. Se observa que esta cantidad se mantiene aproximadamente constante durante todas las escuelas a excepción de la 5ta escuela en donde se observa un máximo.

**D. Mapa geográficos de sedes de las escuelas**

La Fig. 4 muestra un mapa geográfico de la República Argentina de las diferentes provincias que fueron sede de escuelas. De observar el mapa se puede afirmar que las sedes están distribuidas alrededor del centro del país a excepción de la sede Tucumán, la más nórdica, que constituye el centro del NOA. La sede Mendoza, si bien es la más austral de las sedes, también se posiciona en la zona

central del país

TABLA VI

NÚMERO DE UNIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES POR ESCUELA

(#UA Cantidad de Unidades Académicas ESE Escuela de Sistemas Embebidos)

	1ESE	2ESE	3ESE	5ESE	6ESE	7ESE
#UA	23	22	24	21	28	16

Número de UA participantes

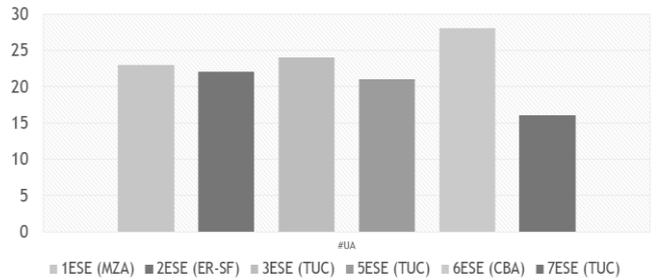


Fig. 3: Cantidad de Unidades Académicas participantes por cada escuela.



Fig. 4: Mapa geográfico de sedes de escuelas

IV. CONCLUSIONES

La situación económica del país ha impactado en la realización de las escuelas. En las Fig. 2 y Fig. 3. se nota que ha disminuido la cantidad de participantes, y en la última escuela ha disminuido también la cantidad de Unidades Académicas participantes. Este comportamiento se puede atribuir a varios motivos. Por un lado, la falta de presupuesto para movilidad docente y la situación económica del país; por otro lado, una disminución de la expectativa inicial que generó en los docentes la implementación de las escuelas, ambos aspectos afectan

negativamente en la participación.

A quedado en evidencia el interés del conjunto de profesores del área de los sistemas embebidos de todo la República Argentina, la necesidad de mejorar la calidad educativa en las Universidades e Instituciones miembros de la RUSE.

Que este interés fortaleció la iniciativa de la RUSE y se ha logrado la capacitación a docentes de base tecnológica en el uso de herramientas y metodologías de diseño modernas basadas en software y hardware.

Que como resultado de estas escuelas el nivel académico universitario se vio fortalecido en la actualización y modernización de contenidos en la disciplina, se han fijado pautas mínimas de enseñanza que agregadas a los estándares establecidos por la Resolución ME 1232/01, brindan la excelencia académica [9]. Esto se evidencia principalmente, en que cada docente participante aplicó lo aprendido durante las escuelas en sus asignaturas.

Que se ha producido un intercambio de conocimientos y compartido experiencias entre las distintas unidades académicas participantes que como corolario permitieron crear grupos de trabajos federales con habilidades diversas y así poder avanzar en las nuevas tecnologías, algunos de estos proyectos son el proyecto CIAA[10], el estudio y desarrollo de sistemas críticos aplicados a los ferrocarriles[11] y a la industria aeroespacial, entre otros.

Que las escuelas se dictan en diversas Instituciones Universitarias de la República Argentina y la participación tiene carácter Federal. Esto es una ventaja y a su vez un problema dado que las distancias internas entre provincias son grandes.

Los conocimientos de base de los asistentes, el interés que ha despertado la temática y el cambio vertiginoso de las tecnologías exige a los organizadores una permanente discusión de los cursos ofrecidos en cada escuela para poder así cubrir las necesidades de las carreras en estas nuevas tecnologías.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Asociación Civil de Sistemas Embebidos de la República Argentina (ACSE), por proveer el soporte económico para cubrir los costos de alojamiento y comida por adelantado en todas las sedes de las escuelas.

A todas las Unidades Académicas que constituyen la RUSE.

A todas las gestiones anteriores de la RUSE.

A todas las Unidades Académicas que fueron sede de alguna escuela.

#### REFERENCIAS

- [1] N. Rivas, *Innovación Educativa, Proceso y Estrategias*, Madrid: Editorial Síntesis, 2000
- [2] <https://www.dropbox.com/s/mhucw9mqumh03o7/ActaAcuerdoDecanosFirmada%2801-11-13%29.pdf>
- [3] <http://www.sase.com.ar/asociacion-civil-sistemas-embebidos/red-ruse/>
- [4] Asociación Civil Sistemas Embebidos (ACSE). <http://www.sase.com.ar/asociacion-civil-sistemas-embebidos/>
- [5] <http://www.sase.com.ar/asociacion-civil-sistemas-embebidos/files/2017/04/Manual-de-procedimiento-para-organizar->

- [6] [EMBE32] Grupo de correos electrónicos de Google de la comunidad Embebidos 32. email: [embebidos32@googlegroups.com](mailto:embebidos32@googlegroups.com), [una-escuelaV1.pdf](#)
- [7] [SASE-ORG] grupo de correos electrónicos de Google de la comunidad RUSE. email: [sase-organizacion@googlegroups.com](mailto:sase-organizacion@googlegroups.com).
- [8] <http://www.sase.com.ar/asociacion-civil-sistemas-embebidos/escuela/>
- [9] Resolución 1232/01. Ministerio de Educación. BUENOS AIRES, 20 de diciembre de 2001. [http://informacionpresupuestaria.siu.edu.ar/DocumentosSPU/dngu/RM\\_1232-01.pdf](http://informacionpresupuestaria.siu.edu.ar/DocumentosSPU/dngu/RM_1232-01.pdf)
- [10] Computadora Industrial Abierta Argentina. Plataforma electrónica libre y gratuita preparada especialmente para aplicaciones industriales. <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/>
- [11] Diseño e Implementación de un Monitor de Barreras Ferroviarias. <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=proyecto:casosdeuso:aplicaciones criticas:aplicacionesferroviarias:monitordebarreras:contextoymotivacion>
- [12] El PIB cae un 2,3% en Argentina. Expansion.com/ Datosmacro.com. <http://www.datosmacro.com/pib/argentina>