

Aplicaciones de uso de software – Uso de Diagramas de Estado en Sistemas Embebidos



Información relevante

5to Congreso Virtual de Microcontroladores y sus Aplicaciones

Disponemos con una buena variedad de Áreas Temáticas y esperamos contar con vuestra asistencia y una muestra de sus trabajos a efectos de compartir con toda nuestra comunidad. Además de los trabajos contaremos con Seminarios Web en el transcurso del Congreso que versarán sobre los temas que nos interesan

Taller de Sistemas Embebidos

Asignatura correspondiente a la **actualización 2023** del Plan de Estudios 2020 y resoluciones modificatorias, de Ingeniería Electrónica de FIUBA

Más información . . .

... sobre el **5to Congreso** . . . <https://www.cvm.utn.edu.ar/>

... sobre el **Taller de Sistemas Embebidos** . . . <https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217>

Por Ing. Juan Manuel Cruz, partiendo de la plantilla Salerio de Slides Carnival

Este documento es de uso gratuito bajo Creative Commons Attribution license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

You can keep the Credits slide or mention SlidesCarnival (<http://www.slidescarnival.com>), Startup Stock Photos (<https://startupstockphotos.com/>), Ing. Juan Manuel Cruz and other resources used in a slide footer



¡Hola!

Soy Juan Manuel Cruz
Taller de Sistemas Embebidos
Consultas a: jcruz@fi.uba.ar

1

Contexto

Actualización 2023 del Plan de
Estudios 2020 y resoluciones . . .

“

*Taller de Sistemas Embebidos
Segundo Ciclo
Asignatura obligatoria
3^{er} año (6° cuatrimestre)
6 horas semanales (2 encuentros)*



Objetivos & Contenidos

■ (TA134) Taller de Sistemas Embebidos

<https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217>

- ▷ Objetivos:
 - ▷ Elaboración de un Proyecto de Sistemas Embebidos (Intermedio), junto con el diseño y cálculo, ...
- ▷ Contenidos:
 - ▷ Microcontroladores utilizados en Sistemas Embebidos. Introducción a la arquitectura de Microcontroladores de 32 bit o superior y sus componentes básicos, ...



Objetivos & Contenidos

- ▶ Modelo del programador, modos de operación, mapa de memoria, registros, Stack, FPU, core peripherals, ...
- ▶ Estrategias de control de periféricos, ...
- ▶ Conversión A/D y D/A, ...
- ▶ Metodologías de diseño, buenas prácticas, uso de repositorios, ...
- ▶ Programación en lenguaje C, estilo de codificación, ...
- ▶ Programación Modular, Bare Metal (sin Sistema Operativo), Gobernada por Eventos, Máquinas/Diagramas de Estado, ...
- ▶ Técnicas de verificación y validación, On chip debugging, ...

Proyecto Intermedio

Un enfoque centrado en la **práctica propia de la carrera** más que en el desarrollo teórico disciplinar, con eje en la **participación** de las y los **estudiantes**



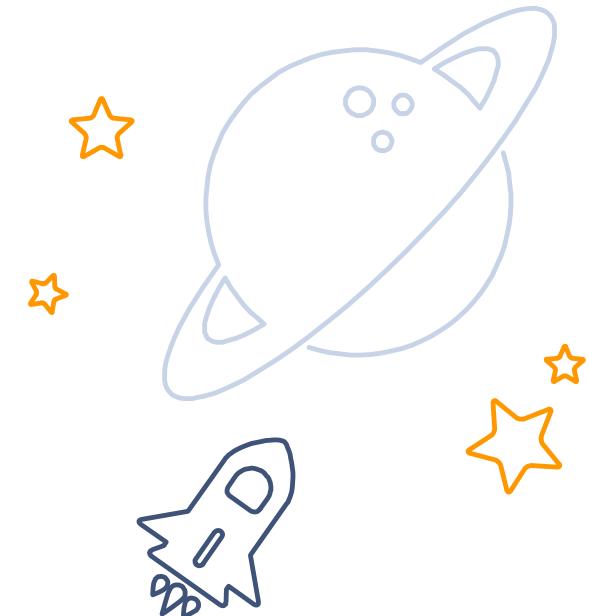


¡Hola!

Soy Juan Manuel Cruz
Taller de Sistemas Embebidos
Consultas a: jcruz@fi.uba.ar

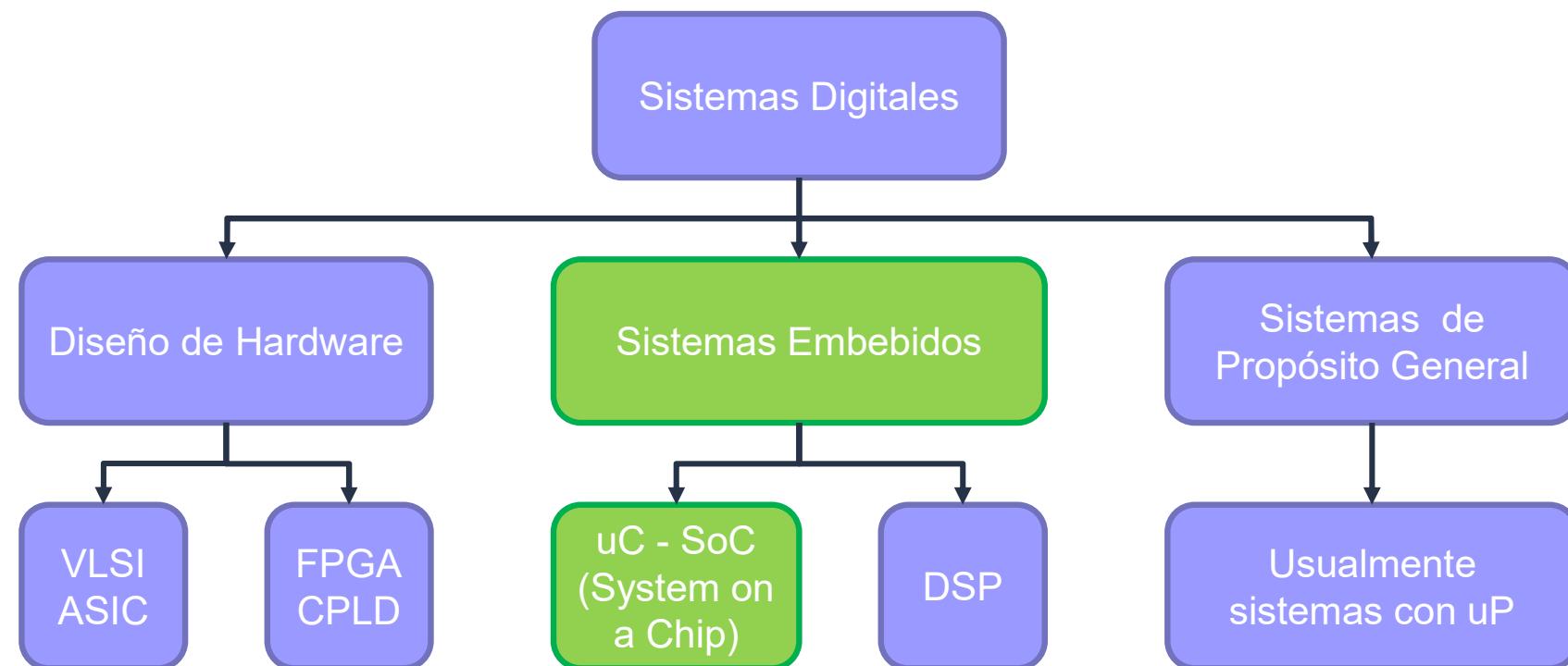
Formar Ingenieros

El **ingeniero** aplica su **intelecto** y las **habilidades** técnicas y profesionales **adquiridas**, para **planificar**, **diseñar** y **crear** cualquier cosa que **solucione** **problemas** de la vida real





¿En qué nos concentraremos?



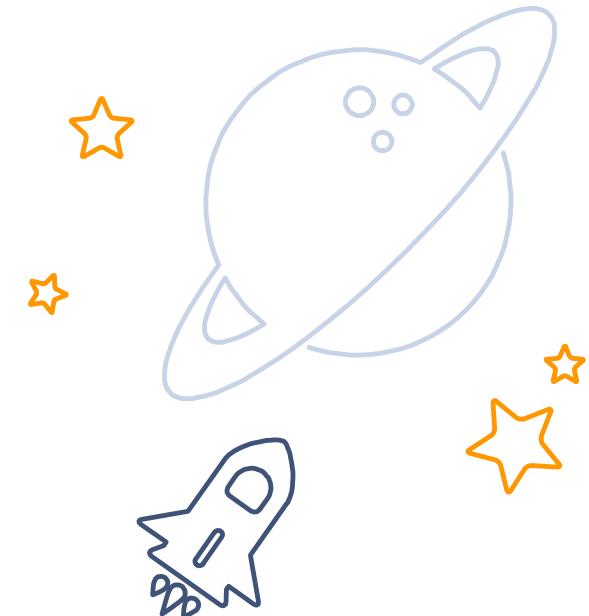


Estado del Arte

- Contamos con **plataformas** (uC - SoC/DSP/FPGA/ASIC/ etc.) de **rendimiento** y **recursos** en **crecimiento** que permitan atender el **incremento** del **procesamiento**, necesario para soportar periféricos avanzados con capacidad de atender nuevas **conectividades** e **interfaces de usuario** requeridas por el **mercado** (usuarios)
- Variada oferta de **plataformas** competitivas en **costo, disponibilidad, soporte, herramientas** (de HW & SW); en especial en el campo de los **microcontroladores** de nueva generación (ARM: 32 bits))
- Esto permite recurrir a las mejores prácticas de **Ingeniería de Software**, al uso de **modelos, lenguajes de alto nivel**, con y sin un **sistema operativo de tiempo real** (RTOS o Bare Metal), empleando técnicas de programación específicas para lograr **eficiencia, confiabilidad** y **re-usabilidad**

Solución Adecuada

... lo más **simple** posible, previa determinación del objetivo de **excelencia** a cumplir, obviamente contando con la **documentación debida** y recurriendo a la **metodología** de trabajo adecuada



2

Solución Adecuada

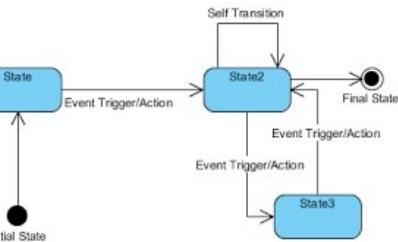
1er Cuatrimestre de 2024, dictado por
primera vez . . .

“

*Diseño/Desarrollo/Depuración de
Hardware y Software: Circuito eléctrico
(electrónica analógica/digital/
alimentación) – Circuito Impreso –
Producto – Manufactura – Programas
(Firmware/Middleware/Software)*



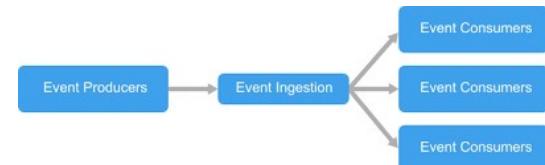
Diseño/Desarrollo/Depuración de Software



- El **Unified Modeling Language (UML)** es un **lenguaje de modelado** de propósito general
 - ▷ Su objetivo es definir una **forma estándar** de **visualizar** la forma en que se ha diseñado un **sistema** (similar a los planos utilizados en otros campos de la ingeniería)
 - ▷ **No** es un **lenguaje de programación**, es más bien un **lenguaje visual**
- **State Machine Diagrams (Máquinas de Estado)** | **Unified Modeling Language (UML)**, se usan para **representar** la **condición** del **sistema** (o parte del mismo) en **instantes de tiempo** finito
 - ▷ Diagrama que representa el **comportamiento** mediante **transiciones** de **estados** finitos
 - ▷ Se conoce como **State-Chart Diagrams (Diagrama de Estados)**
 - ▷ De manera simple, se utiliza un **diagrama de estado** para **modelar** el **comportamiento dinámico** de una clase en respuesta al **tiempo** y a **estímulos** externos cambiantes. Podemos decir que todas y cada una de las clases tienen un estado, pero no modelamos todas las clases utilizando diagramas de estado



Diseño/Desarrollo/Depuración de Software



- Como solución a **Sistemas Embebidos** orientados a **Control**, tenemos los **Sistemas Disparados/Activados** por **Tiempo** o por **Evento** (**Time- and Event-Triggered Systems**)
 - ▷ Un **disparador/activador (trigger)** es un **suceso (evento/sincronismo)** que provoca el **inicio** de alguna **acción** en el **Sistema de Control**
 - ▷ La acción puede ser la ejecución de una tarea leyendo una variable y calculando un nuevo valor de una variable de corrección, o el envío de un mensaje informando valores actuales de variables como presión o temperatura
- En el **Control activado/disparado** por **Evento**, una acción se inicia sólo si ocurre un **evento significativo (condición de programa/encuesta/interrupción)**
 - ▷ Por ejemplo, un sensor enviaría un mensaje solo si la temperatura ha cambiado más de 3 °C desde que se envió el último mensaje



Diseño/Desarrollo/Depuración de Software

■ Codificaremos en **C**

- ▷ "Nothing better than C", Linus Torvalds

■ Aplicando el **estándar** de codificación

- ▷ Embebidos Embedded C Coding Standard by Michael Barr

■ Codificaremos soluciones del **tipo**:

- ▷ **Estructurada, Modular**

- ▷ **Escrutar, Procesar y Actuar**

- ▷ **Bare Metal (sin Sistema Operativo)**

- ▷ **Super-Loop (Polling & Interrupts)**, con **modelado de tareas (Diagramas de Estado)**

- ▷ **Event-Triggered Systems**

3

¿ Vamos bien ?

1er Cuatrimestre de 2024, dictado por
primera vez . . .

“Hablando de aplicaciones de uso de software, la pregunta del millón es:
¿Uso de Diagramas de Estado en Sistemas Embebidos ?



Necesitamos una lista de acciones

- El material de esta charla esta disponible en:

- ▷ El sitio web del proveedor de la **herramienta** (crudo en: <https://www.itemis.com/en/>)
- ▷ O bien, referido en del Campus Virtula FIUBA Grado del curso (semielaborado en: <https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217§ion=0#tabs-tree-start>), a saber:
 - ▷ Referencias -> **Conferences**
 - ▷ Teoría -> **Semanas 1 a 3**
 - ▷ Práctica -> **Semanas 1 a 2**
 - ▷ Práctica -> **Semanas 3 a 4**



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes: Práctica -> **Semanas 1 a 2** (<https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217§ion=24#tabs-tree-start>):
 - ▷ TP0 – Herramientas – folder
 - ▷ Descargar: **TdSE_Guia_TP0-Herramientas.pdf**
 - ▷ Buscar: **Itemis**
 - ▷ Realizar:
 - ▷ Paso TP0-00-05: Registrarse ... (**Tarea para el hogar**)
 - ▷ Paso TP0-00-06: Descargar, instalar, licenciar ... (**Tarea para el hogar**)



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes, Práctica -> **Semanas 3 a 4** (<https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217§ion=25#tabs-tree-start>):
 - ▷ TP1 – Diagramas de Estado – Modelado – folder
 - ▷ Descargar: **TdSE_Guia_TP1-Diagramas_de_Estado-Modelado.pdf**
 - ▷ Buscar: Tour
 - ▷ Realizar:
 - ▷ Paso TP1-01-02: Ingresar ... (**Tarea para el hogar**)
 - ▷ Paso TP1-01-03: Simular ... (**Tarea para el hogar**)



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes, Itemis -> Products -> [Itemis Create](https://www.itemis.com/en/products/itemis-create) (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/>):
 - ▷ Documentation (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/>)
 - ▷ User Guide (https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/user-guide/overview_what_are_state_machines?hsLang=en)
 - ▷ What is a state machine? ...
 - ▷ What is itemis CREATE? ...
 - ▷ Quick reference ...



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes, Itemis -> Products -> [Itemis Create](https://www.itemis.com/en/products/itemis-create) (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/>):
 - ▷ Documentation (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/>)
 - ▷ User Guide (https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/user-guide/overview_what_are_state_machines?hsLang=en)
 - ▷ itemis CREATE for Eclipse ... ([Tarea para el hogar](#))
 - ▷ Statechart language reference ... ([Tarea para el hogar](#))
 - ▷ ...



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes, Itemis -> Products -> **Itemis Create** (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/>):
 - ▷ Documentation (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/>)
 - ▷ **Tutorials & Videos (Tarea para el hogar)** (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/tutorials>)
 - ▷ **Examples (Tarea para el hogar)** (<https://www.itemis.com/en/products/itemis-create/documentation/examples/>)
 - ▷ ...



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes, Referencias -> **Conferences**
(<https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217§ion=14#tabs-tree-start>):
 - ▷ Itemis-Create.zip & STM32CubelDE.zip – folder
 - ▷ Descargar: **Itemis-Create.zip**
 - ▷ Importar a Itemis Create Desktop: el proyecto **c_project-application**, contenido en **Itemis-Create.zip**
 - ▷ Editar ... c_project-application/model/**statechart.ysc**
 - ▷ Identificar y analizar los **modelos** del proyecto y sus **elementos** constitutivos (declaraciones, regiones, pseudo estado inicial, estados simples, estados compuestos, transiciones, eventos, guardas, efectos, variables, constantes, ...)
 - ▷ ...



Necesitamos una lista de acciones

- ▷ Editar ... c_project-application/model/**statechart.sgen**
- ▷ Identificar y analizar sus elementos constitutivos
- ▷ Identificar los bibliotecas (sc_timer_service)
 - ▷ ... c_project-application/model/inc/**sc_timer_service.h**
 - ▷ ... c_project-application/model/src/**sc_timer_service.c**
- ▷ Generar código C e identificar los archivos generados
 - ▷ ... c_project-application/model/inc/**sc_prefix.h**, **sc_prefix_required.h** & **sc_types.h**
 - ▷ ... c_project-application/model/src/**sc_prefix.c**
 - ▷ ...



Necesitamos una lista de acciones

- Vamos por partes, Referencias -> [Conferences](https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217§ion=14#tabs-tree-start)
(<https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=1217§ion=14#tabs-tree-start>):
 - ▷ Itemis-Create.zip & STM32CubelDE.zip – folder
 - ▷ Descargar: [STM32CubelDE.zip](#)
 - ▷ Importar a STM32CubelDE: el proyecto [tdse-itemis_create-application-nucleo_f103rb](#), contenido en [STM32CubelDE.zip](#)
 - ▷ Compilar y depurar el proyecto [tdse-itemis_create-application-nucleo_f103rb ...](#)
 - ▷ Ejecutar [Resume (F8)]
 - ▷ Observar el estado del [led verde](#) (LD2) de la placa NUCLEO-F103RB
 - ▷ Observar la evolución de [variables globales](#) en Live Expressions view



Necesitamos una lista de acciones

- ▷ Mantener oprimido el **botón azul** (BT1) de su placa NUCLEO-F103RB
 - ▷ Observar el estado del **led verde** (LD2) de la placa NUCLEO-F103RB
 - ▷ Observar la evolución de **variables globales** en Live Expressions view
- ▷ Dejar de oprimir el **botón azul** (BT1) de su placa NUCLEO-F103RB
 - ▷ Observar el estado del **led verde** (LD2) de la placa NUCLEO-F103RB
 - ▷ Observar la evolución de **variables globales** en Live Expressions view
- ▷ Contrastar el comportamiento del **led** y la evolución de **variables globales** observados con el modelo del proyecto
- ▷ Contrastar el **tiempo de ejecución** de la tarea **task_sc_prefix_update()**
- ▷ ...



Necesitamos una lista de acciones

- ▷ ...
- ▷ Detener [Suspend]
- ▷ Resetear [Reset the chip and restart debug session]
- ▷ Ejecutar por pasos [Step Into (F5)] o [Step Over (F6)]
 - ▷ Seguir la ejecución hasta llegar al código generado por [Itemis Create](#)
- ▷ ...



Referencias

- Todas mis presentaciones terminan con la lista de referencias y sus respectivos link, en este caso, todas ellas están contenidas en páginas previas de esta presentación

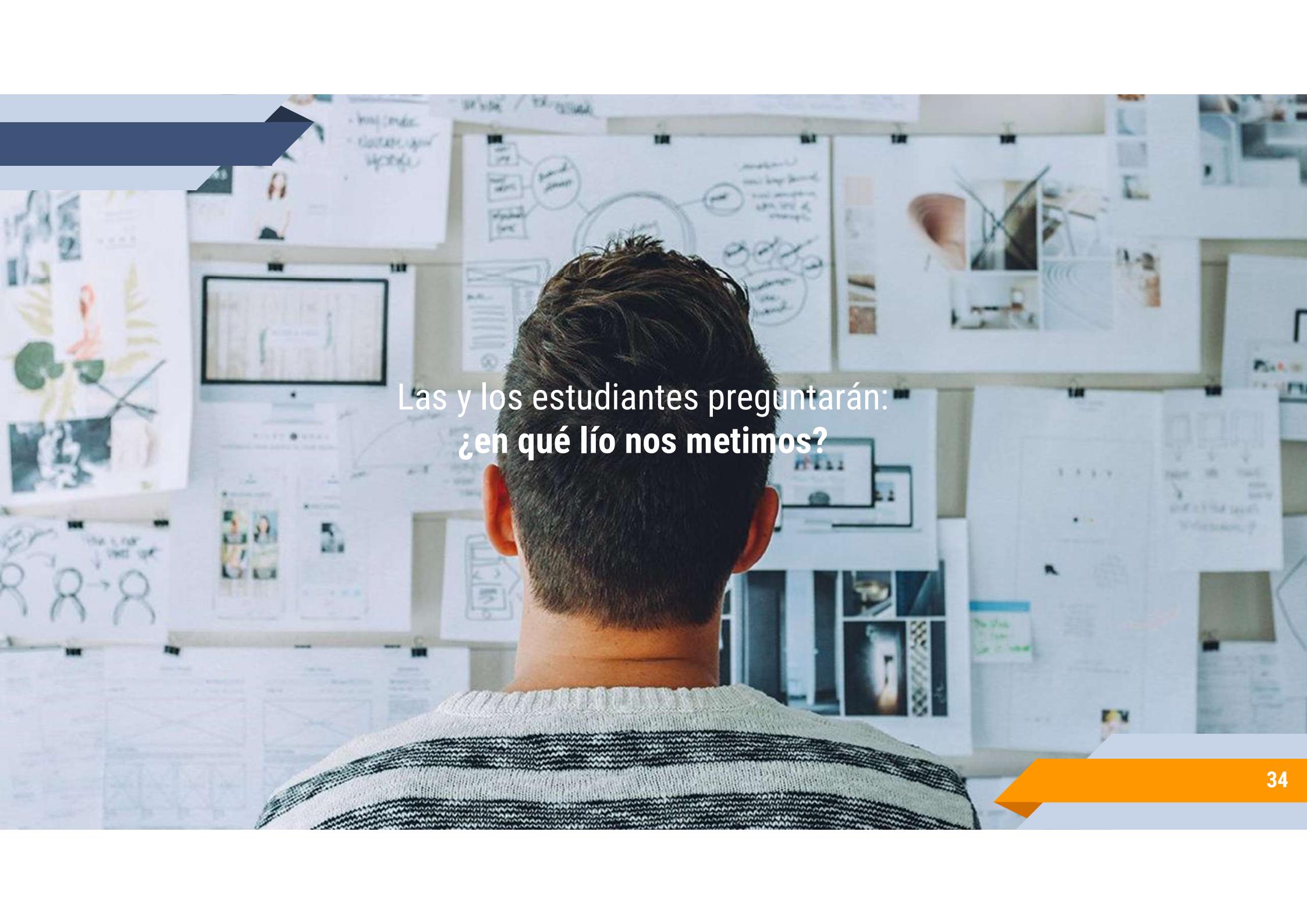


Manos a la obra con el . . .

. . . Proyecto Intermedio

. . . un enfoque centrado en la práctica propia de la carrera más que en el desarrollo teórico disciplinar, con eje en la participación de las y los estudiantes





Las y los estudiantes preguntarán:
¿en qué lío nos metimos?



¡Muchas gracias!

¿Preguntas?

...

Consultas a: jcruz@fi.uba.ar