

# Visión de la Escuela de Ingeniería Electrónica

---

A la propuesta de modificación del Plan 2100  
Escuela de Ingeniería Electrónica  
Tecnológico de Costa Rica  
2 de mayo, 2022



# Contenido

- Contexto TEC
- Contexto Internacional
- Preocupaciones

# Modelo Académico del TEC

[...] el Instituto Tecnológico de Costa Rica

6.1 Caracteriza la Docencia por:

[...]

g. El fomento de la **interdisciplinarietà** en el proceso de enseñanza-aprendizaje

[...]

# Orígenes

- En 2006 la Escuela de Ing. Electrónica (EIE) se interesó en ofrecer al país el perfil de ingeniería en computadores.
- Tuvo tres opciones para elegir:
  1. Como énfasis en el plan de licenciatura
  2. Como segunda carrera vía unidad interna de EIE
  3. Como carrera **conjunta** con Esc. Ing. Computación (EIC)

# Orígenes (2)

- Elegimos tercera opción por
  1. Ser **inter**disciplinar
  2. Fomentaba mayor interacción entre Escuelas.
  3. La nueva oferta fortalecería a la EIE y al TEC.
  4. Opción más eficiente en uso recursos institucionales (espacio, personal docente, plazas, equipo, mantenimiento, etc.).
- Propuesta fue aprobada en 2008 por EIE y EIC.
- Profesores de EIE cubrieron cursos asociados al área disciplinar de EIE, tanto con códigos EL como CE.
- EIE nunca cedió, ni pretende ceder su área disciplinar.

# Participación de EIE en el Área Académica

Artículo 49 Definición de área académica (Estatuto Orgánico)

Un área académica es estructuralmente una unidad, adscrita a una Vicerrectoría académica o a la Dirección de Posgrado, **en la cual participan** dos o más escuelas con el fin de desarrollar programas académicos de docencia o programas consolidados de investigación y/o extensión, de carácter inter, trans y/o multidisciplinario. Estará a cargo de un coordinador.

- A EIE le ha interesado participar activamente en el Área Académica desde que impulsó su creación.
- La EIE tiene varios docentes/investigadores especializados en áreas de conocimiento comunes con Ing. en Computadores (Dr., M.Sc.)

# Recursos institucionales

- El resguardo de las "áreas disciplinares" para las escuelas en el TEC tiene su razón de ser en la optimización del uso de los recursos del erario (personal, plazas, espacio, equipo, mantenimiento).
- Esa razón cobra fuerza en épocas de crisis como la actual.
- Costos en personal especializado, en plazas, en espacios de laboratorio, en equipo, en mantenimiento, etc. se reducen si se comparten los recursos.
- Esto fue uno de los motivantes para la creación de una carrera **compartida** sobre las otras opciones.

# Definición de Ing. en Computadores

## IEEE/ACM Computing Curricula 2020:

brings together

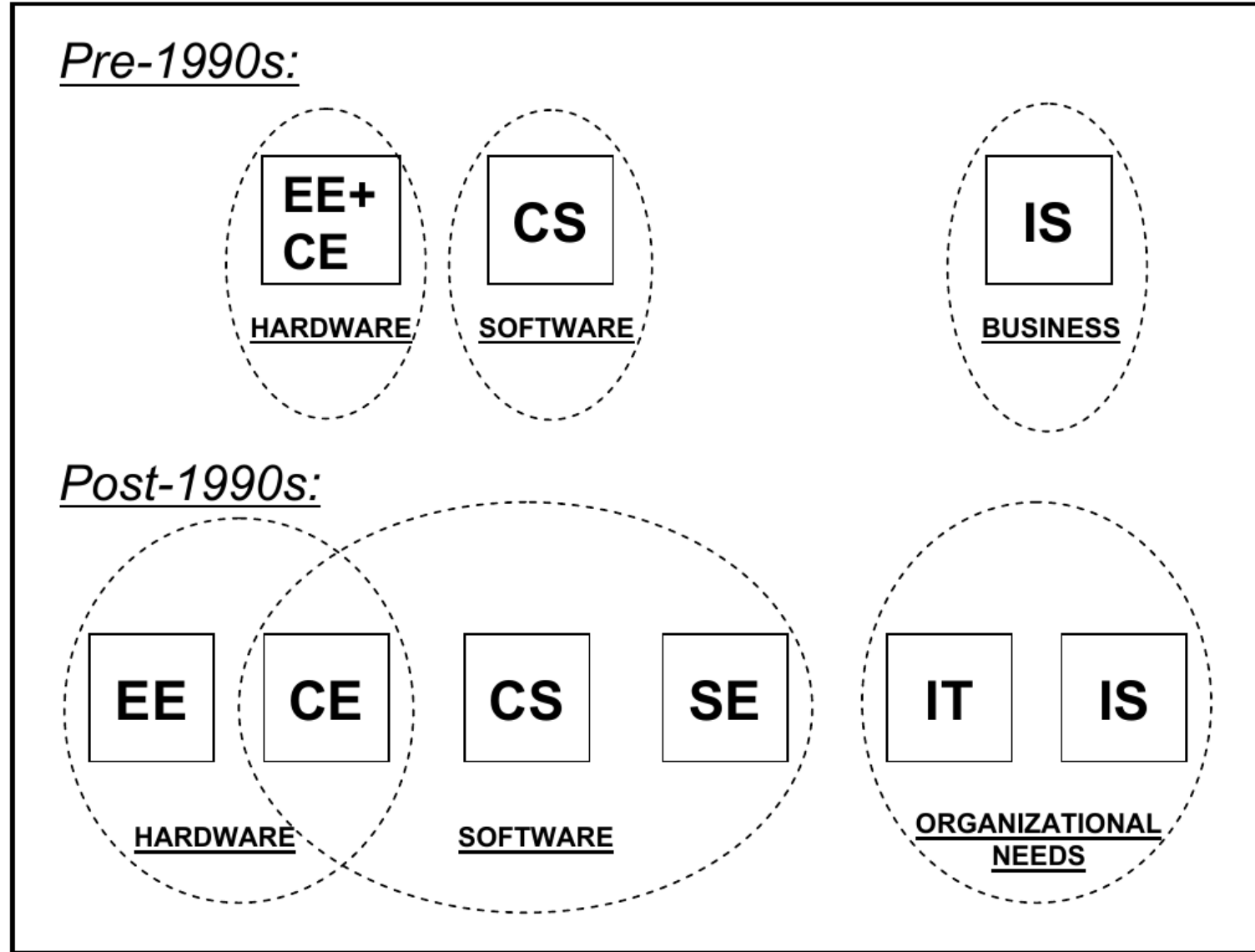
[2.3.1] La ingeniería en computadores (CE) **reúne la computación y la ingeniería eléctrica** de tal modo que incorpora la ciencia y la tecnología del diseño, la construcción, la implementación y el mantenimiento de los componentes de software y hardware de sistemas computacionales modernos, equipos controlados por computador y redes de dispositivos inteligentes. CE es la disciplina de la computación que se centra explícitamente en el desarrollo de la interfaz entre hardware y software como un elemento embebido de hardware de un sistema computacional. [...]



# Definición de Ing. en Computadores (2)

- [...] Las capacidades de los graduados en CE **integran** aptitudes de ingeniería eléctrica, ingeniería de software y ciencias de la computación con un fuerte énfasis en las matemáticas requeridas como base.
- [...] los graduados de los programas de CE deben tener la capacidad de diseñar computadores, diseñar sistemas basados en computadores y diseñar redes con especificaciones adicionales que el diseño necesita para superar la simple configuración y el montaje.

# IEEE/ACM CC2005



# IEEE/ACM CC2020

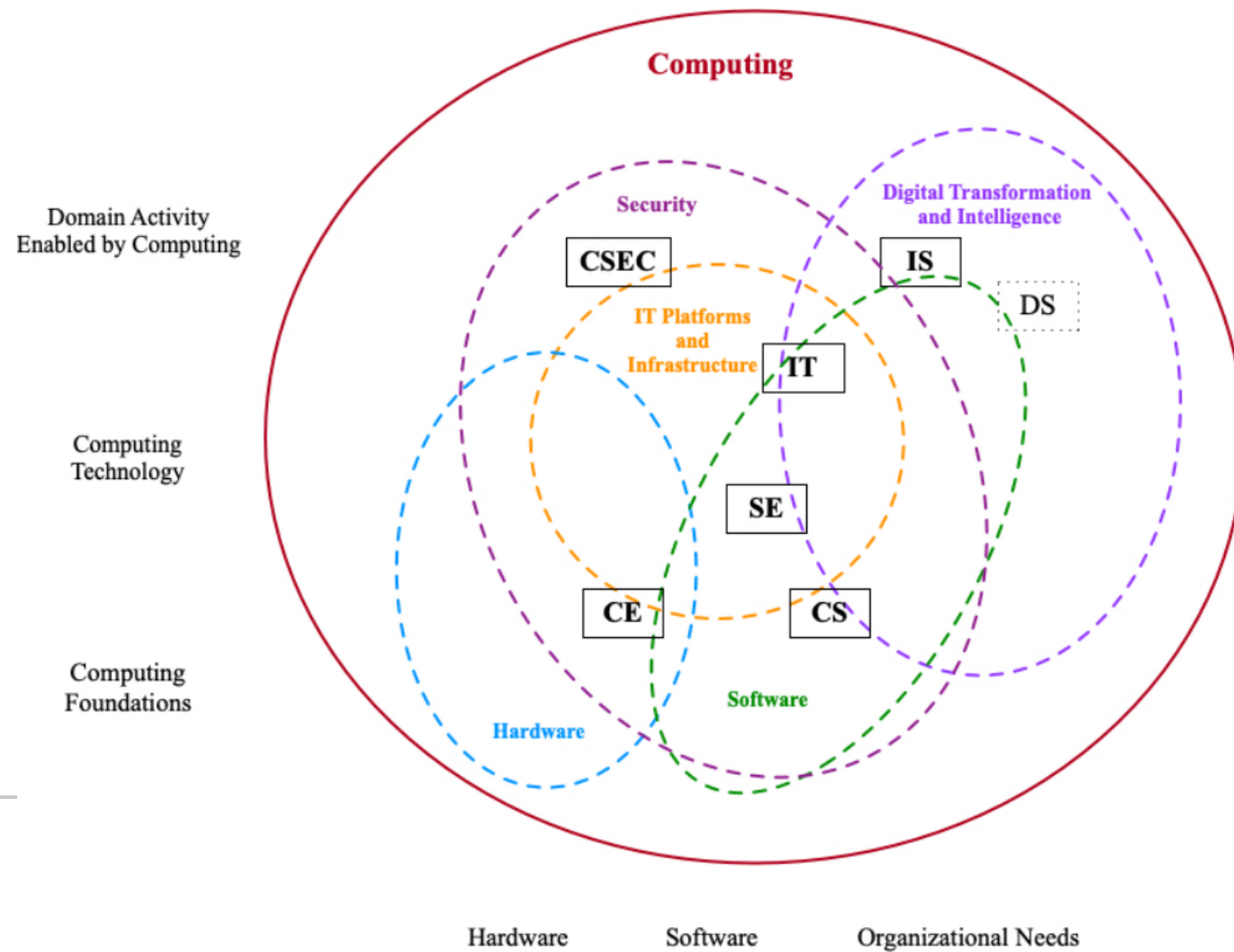
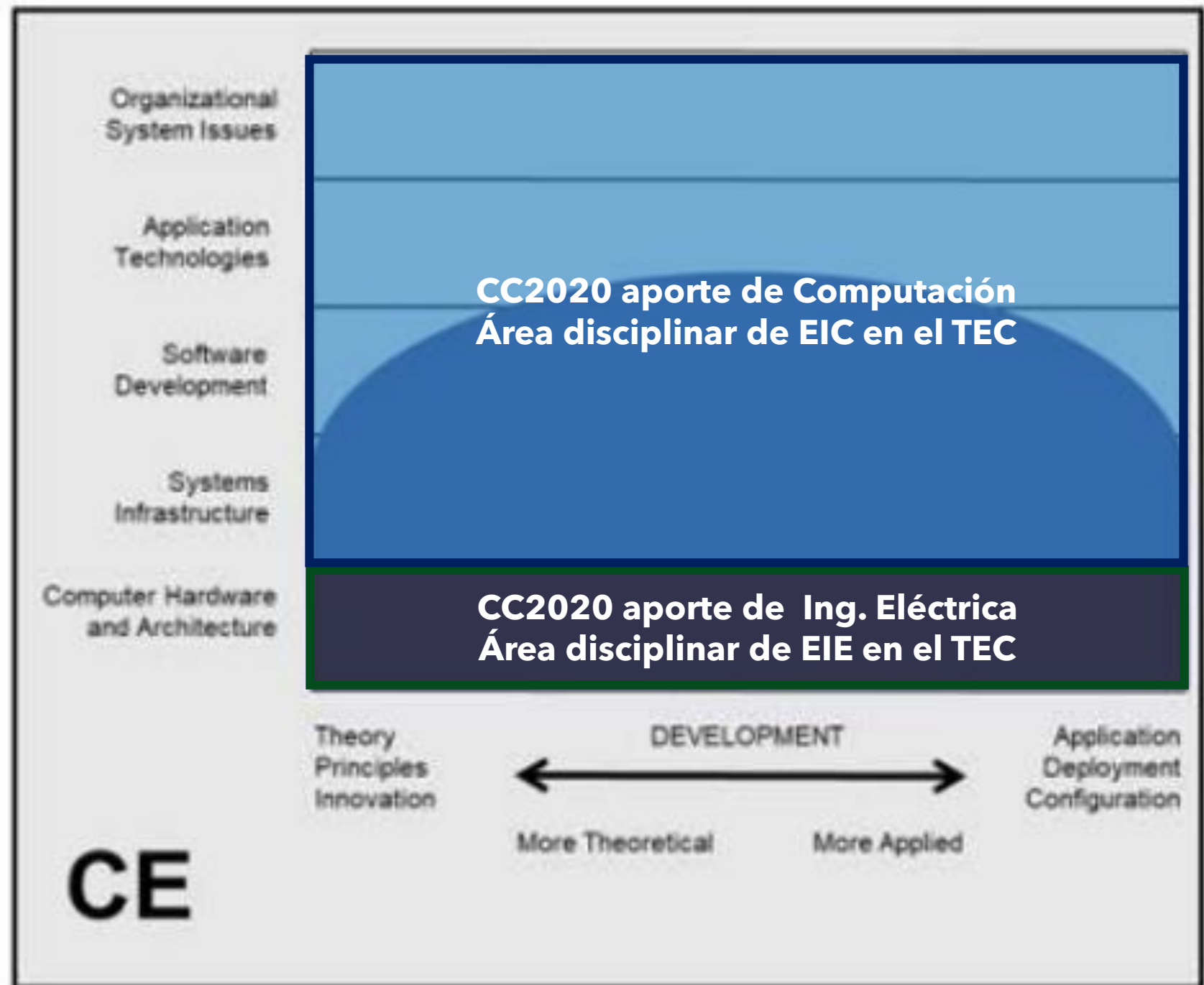


Figure 2.2. A contemporary view of the landscape of computing education  
*Legend:* Curricular reports: CE=computer engineering; CS=computer science; CSEC=cybersecurity; IS=information systems; IT=information technology; SE=software engineering; DS=data science (under development).

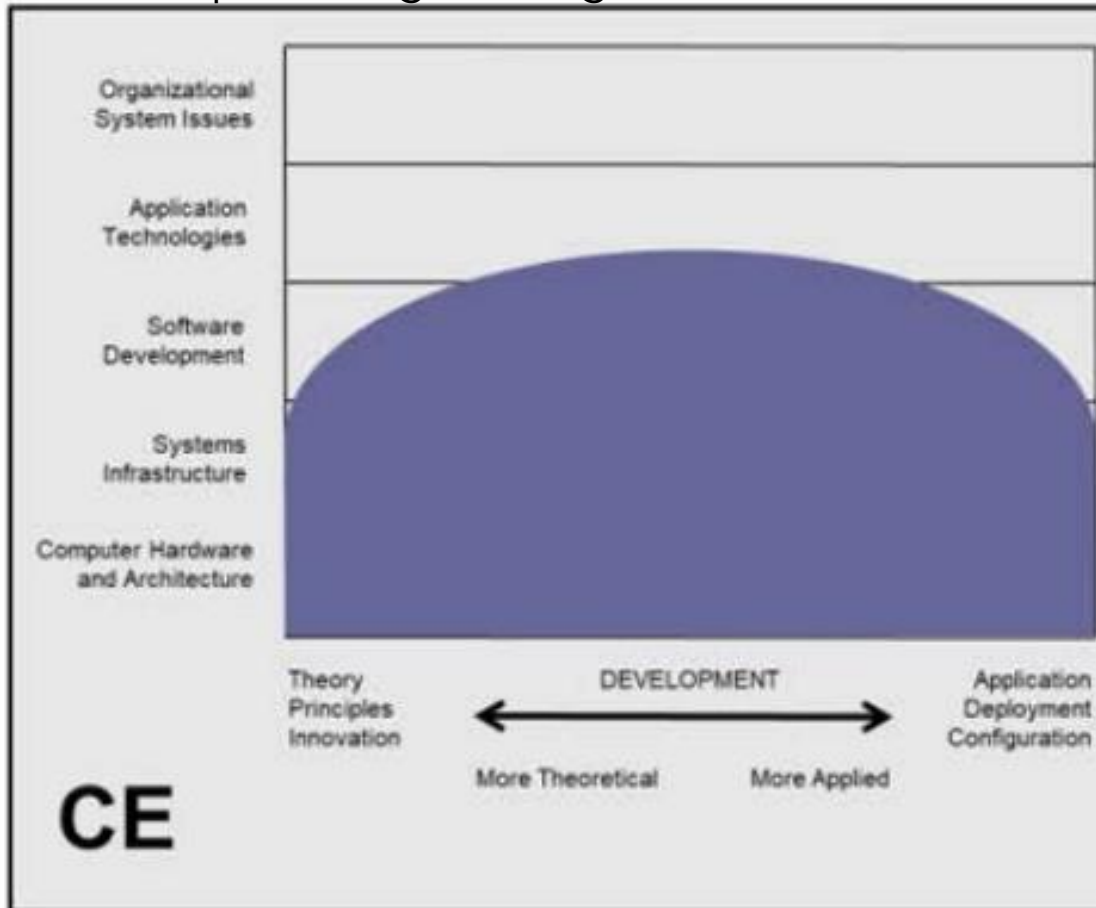
# IEEE/ACM CC2020

CE: Computer Engineering  
SE: Software Engineering  
CS: Computer Science  
IT: Information Technologies  
IS: Information Systems  
...

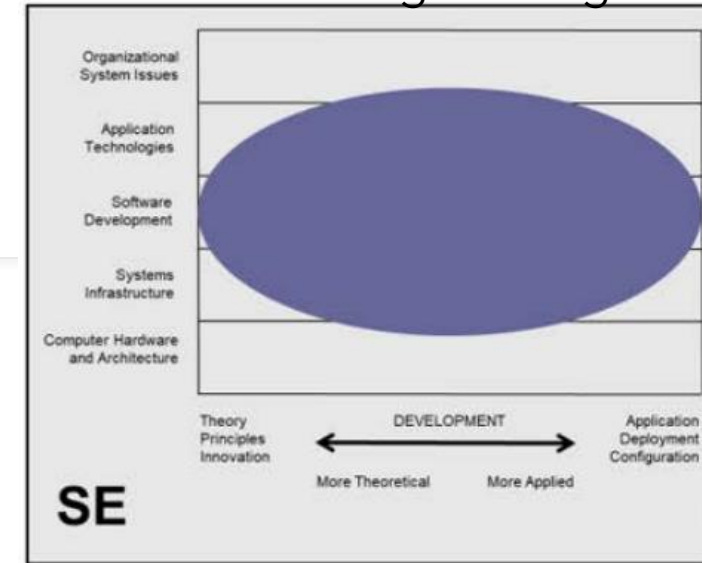


# ACM/IEEE CC2020

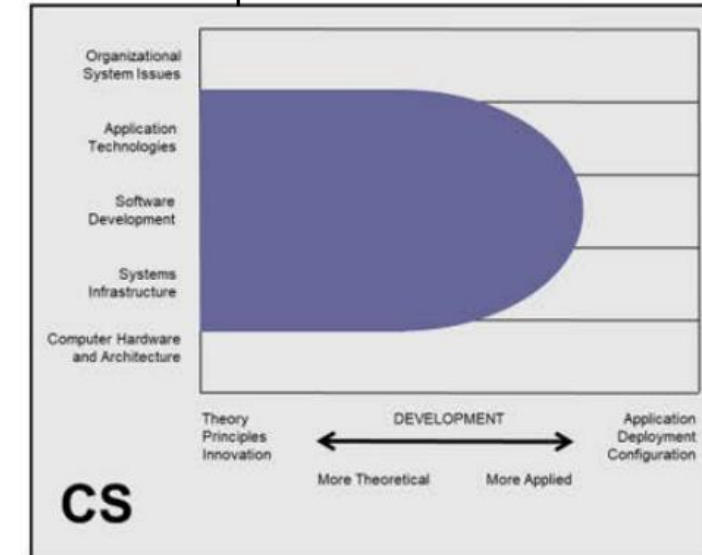
CE: Computer Engineering



SE: Software Engineering

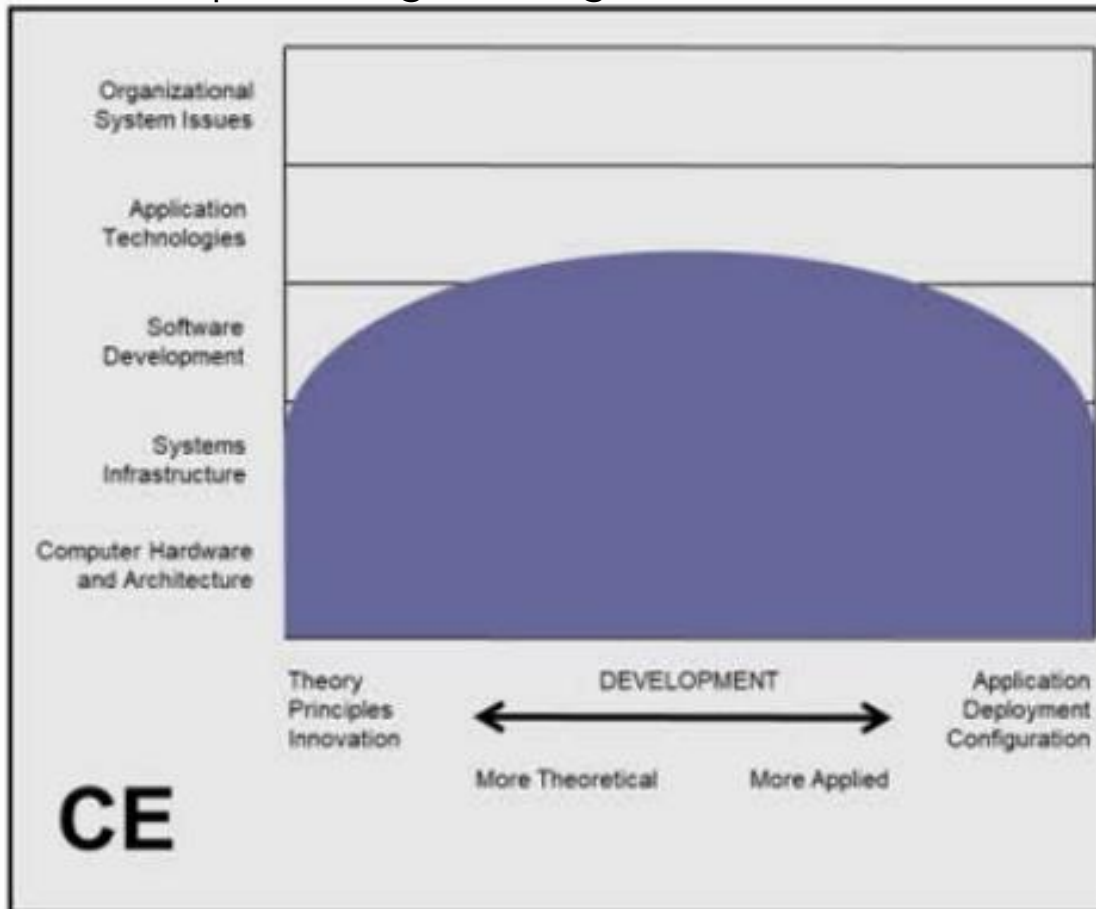


CS: Computer Science

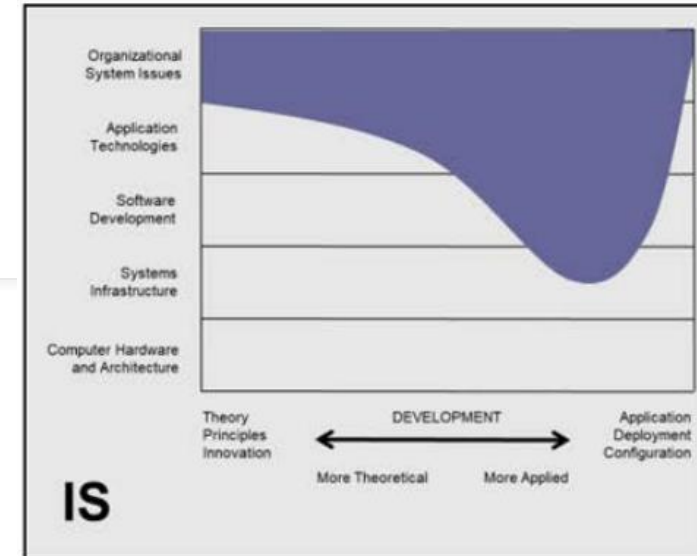


# Otras disciplinas:

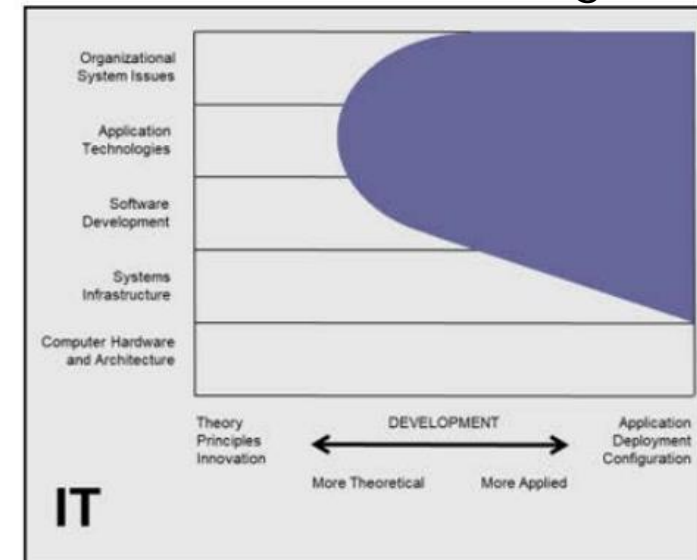
CE: Computer Engineering



IS: Information Systems



IT: Information Technologies



# ¿Qué es la transdisciplina?

Fundamentado en: Atila Ertas, Timothy Maxwell, Vicki P. Rainey, and Murat M. Tanik. TRANSFORMATION OF HIGHER EDUCATION: THE TRANSDISCIPLINARY APPROACH IN ENGINEERING. IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL.46 NO, 2 MAY 2003

- La transdisciplina simplemente **significa mirar a través de las disciplinas** para encontrar el conocimiento y la sabiduría que se necesitan para tener éxito en la solución de problemas.
- El primer paso para lograr la educación transdisciplinaria es **extraer los elementos, el diseño y el proceso, comunes de las disciplinas existentes** y sintetizarlos en la base de la nueva transdisciplina.
- **Por lo general, hay poco o ningún intento de hacer que los cursos individuales sean multidisciplinarios combinando los conceptos de varias disciplinas. Ni los libros de texto tradicionales ni la organización de los cursos universitarios facilitan el desarrollo y la implementación de verdaderos cursos transdisciplinarios.**

# ¿CE Transdisciplinar?

- IEEE/ACM nunca tratan a CE como "transdisciplinar" en ninguno de sus documentos (CC2005, CC2020, CE2004, CE2016).
- Siguiendo a Ertas, A. et al. *Transformation of Higher Education: The Transdisciplinary Approach in Engineering*. IEEE Transaction on Education, 46(2), Mayo, 2003, solo el hecho de sugerir que existe un área "propia" de Ing. en Computadores ya contradice el mismo concepto de "trans"-disciplinar.
- El concepto original de Área Académica en el TEC, con la participación de las dos Escuelas, con estudiantes de múltiples carreras en un mismo curso, es más cercano a las *experiencias interdisciplinarias* citadas en (CC2020, Apéndice D).



# Ejemplos de carreras transdisciplinarias

- Planes transdisciplinarios usualmente postgrados (p.ej. (Ertas et al., 2003) )
- En pregrado:
  - [Tokyo Tech, Bach. in Transdisciplinary Sc.&Eng.](#)
  - [Purdue Univ, Transdisciplinary Studies in Eng.Tech.](#) (¿fuera de oferta?)
- Estructura similar a (Ertas et al., 2003): cursos base agnósticos de disciplina + cursos ya disponibles en ing. eléctrica, mecánica, civil, etc. + cursos de ciencias sociales + cursos integradores (proyectos).
- [International Society of Transdisciplinary Engineering](#)
- Modificaciones del Plan 2100 no van en ninguna de esas líneas.

# Sobre el Modelo Pedagógico del TEC

- El modelo se fundamenta en principios integradores.
- Dentro de esos principios integradores se encuentran las metodologías.
- Dentro de esas metodologías se encuentra la de simulación.
- Estas metodologías de simulación promueven el desarrollo del pensamiento.
- Para promover el desarrollo del pensamiento es necesario el desarrollo de disciplinas complejas tendientes a la transdisciplinariedad.
- Estas metodologías utilizadas en nivel de grado sientan las bases para un desarrollo potencial en el nivel de posgrado, donde suelen alcanzar alto desarrollo y aplicación significativa.

# Internacionalmente:

Ciudades en la propuesta de modificación Ranking U.S.News (2019):

1. University of California - Berkeley  
Dept. EECS - **Cursos compartidos**
2. Massachusetts Institute of Technology  
Dept. EECS - **Cursos compartidos**
3. Carnegie Mellon University  
College of Engineering - Electrical and Computer Engineering - **Cursos compartidos**
4. University of Illinois-Urbana-Champaign  
Department of Electrical and Computer Engineering (ECE) - **Cursos compartidos**
5. Georgia Institute of Technology  
School of Electrical and Computer Engineering (ECE) - **Cursos compartidos**



# Área disciplinar de la EIE desde 1975 (Licenciatura, Maestría y Doctorado)

- **Electrónica analógica**
- **Electrónica digital**
- Electrónica de potencia
- **Organización y Arquitectura de Computadores**
- **Señales y Sistemas**
- Comunicaciones eléctricas
- Control Automático
- VLSI, MEMS/NEMS

# Preocupaciones

---

# Cumplimiento de atributos

- Un plan de estudios busca cumplir "atributos de egreso".
- Fusión de cursos impide superar atributos de nivel inicial, por cobertura superficial de temas al tener escaso tiempo.
- Comprendemos que fusión de cursos pueda ser necesaria, pero es fundamental una buena justificación que guíe la fusión.
- La EIE está dispuesta a colaborar con el aseguramiento del cumplimiento de atributos y contenidos.

# Coherencia en la nomenclatura

- En ingenierías Eléctrica y Electrónica existe léxico técnico bien establecido en industria y academia.
- Nombre de cursos propuestos debe ser coherente con contenidos.
- Ese nombre es lo que ven empleadores y otras universidades.
- "Señal mixta", "Modelado de Ingeniería", etc. son términos bien acuñados, que no coinciden con el contenido de cursos propuestos.
- Preocupa confusión en propuesta entre "Diseño Digital", "Organización de Computadores" y "Arquitectura de Computadores" (ACM/IEEE CE2016).
- Basta echar un vistazo a la bibliografía de los cursos para detectar problemas de coherencia entre contenido y nombre de cursos.

# Formalidad de Justificaciones

- Hemos solicitado reiteradamente la justificación a los cambios en forma de datos y rasgos detallados del perfil ocupacional.
- Indicaciones difusas como "existen encuestas" son informales.
- ¿Qué se preguntó? ¿A quién se preguntó? ¿Cómo se validaron los instrumentos? ¿Cuál fue la muestra? ¿Qué experiencia/relación tiene el entrevistado con la temática? etc.
- Rasgos generales en perfil no permiten derivar contenidos ni atributos de cursos
- Plan está bien evaluado y por tanto deben justificarse bien las modificaciones.



# Conclusiones

- No encontramos casos que hagan diferenciación entre cursos para Ing. Electrónica/Eléctrica e Ing. Computadores en cursos que competen al área disciplinar de la EIE en el TEC.
- La EIE ha puesto a disposición su experiencia y recursos, incluyendo cursos, a esta Área Académica que la EIE co-gestó.
- En documentación brindada no hemos visto datos que justifiquen que el TEC se aleje de los modelos internacionales.
- En particular no hemos visto datos sobre el impacto económico a la institución de estas decisiones.