

Washington accord y su coherencia con modelo CDIO

Claudia Martínez-Araneda
Profesor Asociado
Departamento Ingeniería Informática
Facultad de Ingeniería - UCSC

Temas

- Contexto UCSC
- Timeline en proceso renovación curricular
- La iniciativa CDIO
- CDIO estándares (obligatorios y opcionales)
- CDIO y acreditación – CNA
- CDIO y acreditación – WA
- Atributos del graduado vs CDIO syllabus
- Monitoreo hitos evaluativos
- Desempeño de los estudiantes
- Trabajo a mediano plazo
- Conclusiones





Contexto UCSC

- Universidad fundada por el Arzobispado de Concepción en 1991. Institución privada, regional y perteneciente al Consejo de Rectores de Chile.
- La Universidad atiende a cerca de 12000 estudiantes, de los cuales 2200 estudian en una de las 5 carreras que ofrece la Facultad de Ingeniería.

Contexto UCSC

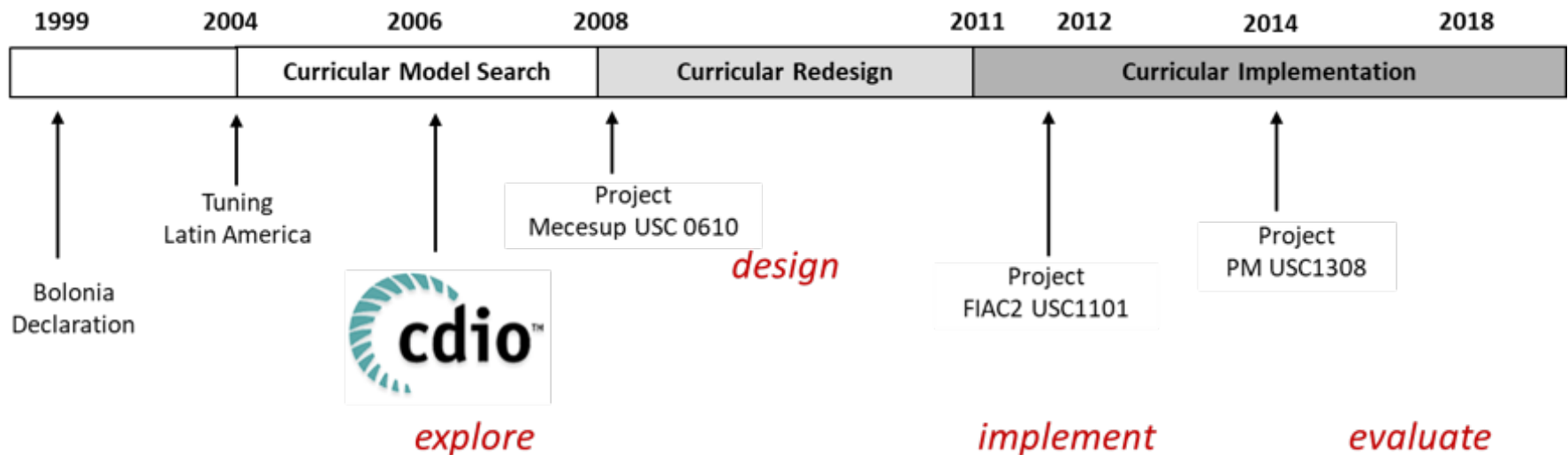
- El 70% de nuestros estudiantes provienen de los 4 deciles más bajos y siguen siendo los primeros de sus familias en acceder a la educación superior.
- Muchos de nuestros estudiantes presentan graves deficiencias en sus competencias de entrada.

Diagnóstico pre-renovación

- Deficiencias en las habilidades de entrada de alumnos de primer año.
- Baja tasa de retención de estudiantes.
- Duración efectiva de las carreras excesivamente largas.
- Estudiantes poco motivados.
- Frustración en estudiantes de primer año.

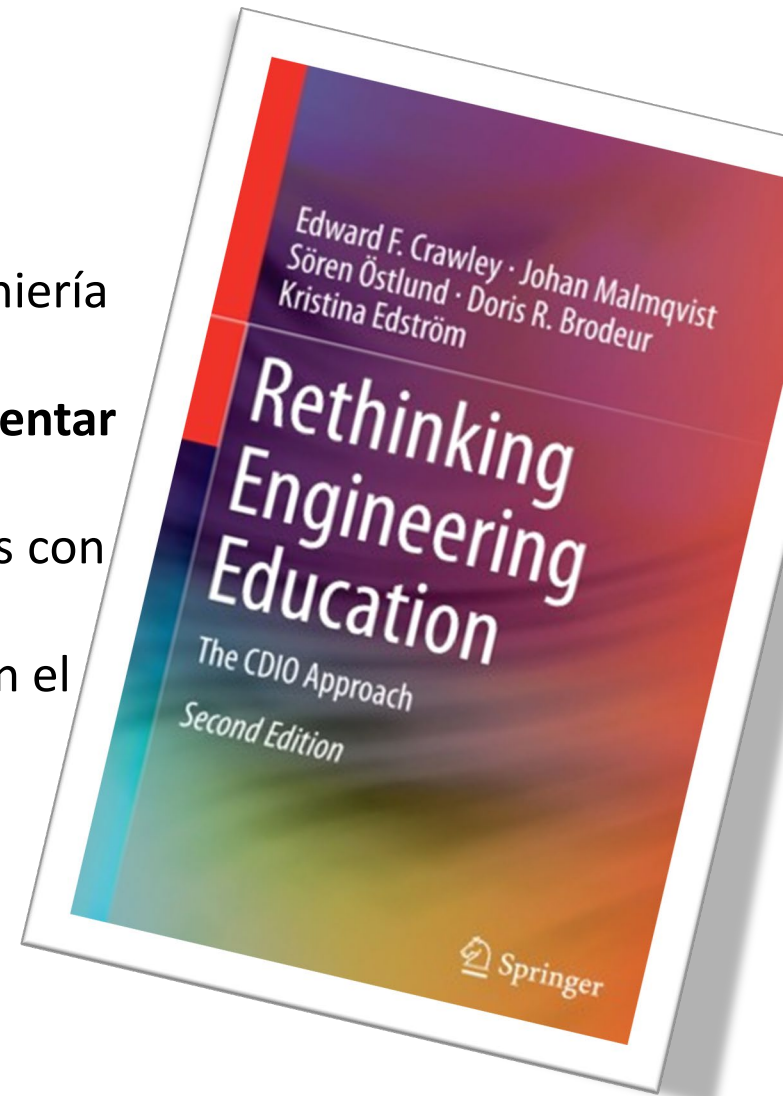
Proceso de Renovación Curricular

Facultad de Ingeniería UCSC – Timeline



La Iniciativa CDIO

La Iniciativa CDIO busca formar graduados en ingeniería que sean capaces de **Concebir – Diseñar – Implementar – Operar** complejos productos, procesos y sistemas con valor agregado en ambientes modernos basados en el trabajo en equipo.



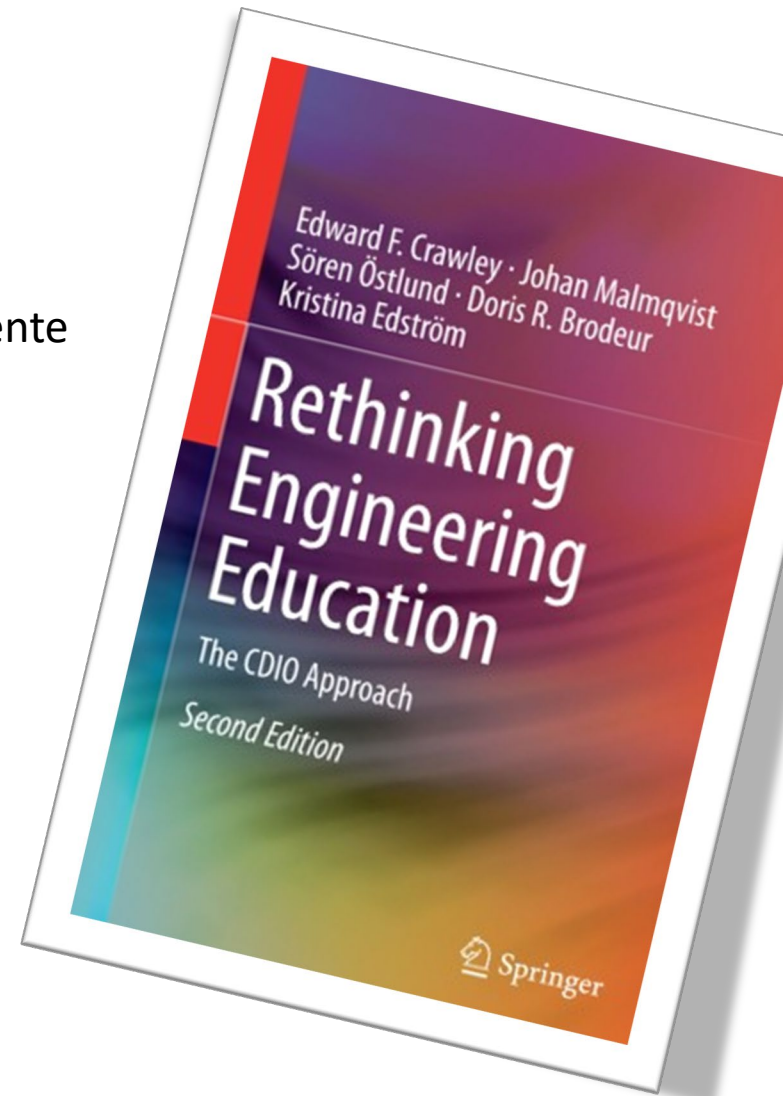
La Iniciativa CDIO

SYLLABUS

El Syllabus es un conjunto racional, relevante y consistente de habilidades para un ingeniero.

ESTÁNDARES

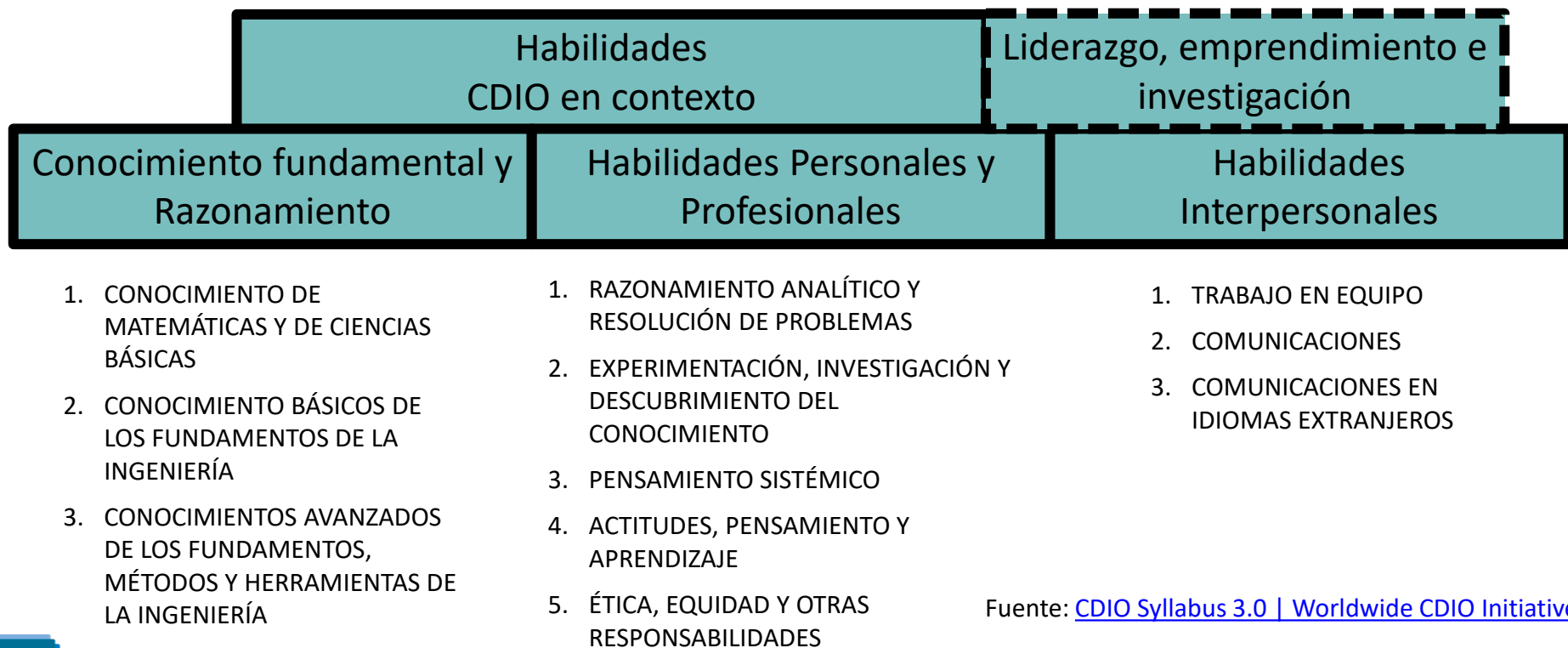
Características que definen un programa CDIO y sirven como una guía para las reformas, evaluación y mejoramiento continuo de un plan de estudios.



La Iniciativa CDIO

SYLLABUS 3.0 (EXTENDED)

1. CONTEXTO EXTERNO, SOCIAL Y AMBIENTAL
2. CONTEXTO DE LA EMPRESA Y DE NEGOCIOS
3. CONCEBIR, INGENIERÍA Y GESTIÓN DE SISTEMAS
4. DISEÑAR
5. IMPLEMENTAR
6. OPERAR



Fuente: [CDIO Syllabus 3.0 | Worldwide CDIO Initiative](#)

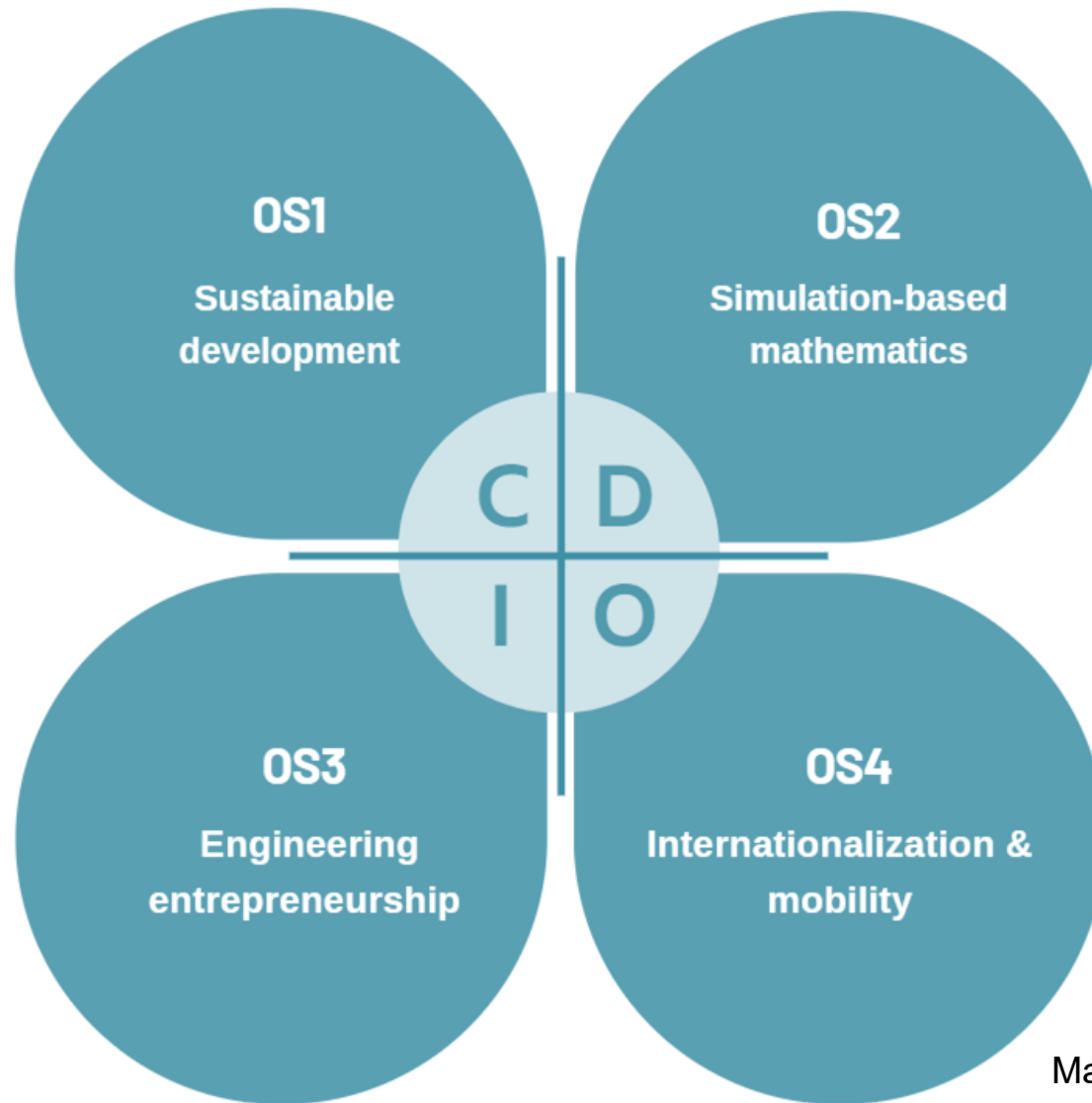
La Iniciativa CDIO

ESTÁNDARES

1	CDIO como contexto	Filosofía de programa
2	Resultados de aprendizajes	Fundamentos del currículum
3	Currículum Integrado	
4	Introducción a la ingeniería	
5	Experiencias de diseño-implementación	Metodologías de aprendizaje centradas en el estudiante
6	Espacios de trabajo de ingeniería	
7	Experiencias de aprendizaje integrado	
8	Aprendizaje activo	
9	Fortalecimiento de la competencia de los académicos	Preparación del cuerpo académico
10	Fortalecimiento de las competencias docentes de los académicos	
11	Evaluación del aprendizaje	Evaluación
12	Evaluación de la carrera	

Malmqvist *et al.* (2020)

CDIO optionals standards



Malmqvist *et al.* (2020)

La Iniciativa CDIO

ESTÁNDARES

Rúbrica general de medición de logro de cada estándar

Nivel	Criterio
5	Las evidencias relacionadas con el estándar se revisan regularmente y se usan para hacer mejoras.
4	Hay evidencias documentadas de la completa implementación y del impacto del estándar a través de los diferentes componentes e integrantes de la carrera.
3	La implementación del plan para abordar el estándar está en proceso a través de los diferentes componentes e integrantes de la carrera.
2	Existe un plan para abordar el estándar.
1	Hay conciencia de la necesidad de adoptar el estándar y existe un proceso para abordarlo.
0	No existe un plan documentado ni ninguna actividad relacionada con el estándar.

CDIO y acreditación - CNA

Martínez *et al.* (2015) based on Lunev *et al.* (2013)

Competency ID				ABET	CNA	CDIO syllabus
Latin-America	Europe	Russia	Generic competencies in Latin-American, European and Russian surveys			
LA1	E19	R1	Ability for abstract thinking, analysis and synthesis	x	x	2.3
LA17	E14	R2	Ability to work in a team	x	x	3.1
LA14	E7	R3	Capacity to generate new ideas (creativity)		x	2.4.3/4.2.2/4.2.6/4.2.7/4.3.1
LA15	E10	R4	Ability to identify, pose and resolve problems	x	x	2.1.4/2.1.5
LA25	E22	R5	Ability to design and manage projects	x	x	4.4/4.5.6/4.6.1
LA2	E11	R6	Ability to apply knowledge in practical situations	x	x	2.1
LA7	E1	R7	Ability to communicate in a second language	x	x	3.3
LA8	E27	R8	Skills in the use of information and communications technologies	x	x	3.2.4
LA10	E2	R9	Capacity to learn and stay up-to-date with learning	x	x	2.4.6
LA6	E3	R10	Ability to communicate both orally and in the written form in the native language	x	x	3.2.3/3.2.6/3.2.7
LA24	E26	R11	Ability to work autonomously	x	x	2.4.1
LA16	E12	R12	Ability to make reasoned decisions	x	x	2.1
LA22	E25	R14	Appreciation of and respect for diversity and multiculturalism	x	x	2.5.2/2.5.6
LA5/LA21	E23	R15	Ability to act with social responsibility and civic awareness	x	x	2.4.1/2.4.2/2.5.1/2.5.2
LA26	E17	R16	Ability to act based on ethical reasoning	x	x	2.5
LA20	E28	R17	Commitment to the conservation of the environment	x	x	4.1.1/4.1.2/4.1.7/4.5.6/4.6.1/4.6.6
LA6	E18	R18	Ability to communicate with non-experts about one's field	x	x	3.2.1/3.2.7/3.2.8/3.2.9/3.2.10
LA3	E5	R19	Ability to plan and manage time	x	x	2.4
LA27	E30	R20	Ability to evaluate and maintain the quality of work produced	x		4.4.6/4.5.1/4.5.6/4.6.4/4.6.6
LA12	E4	R21	Ability to be critical and self-critical	x	x	2.4.4
LA11	E8	R22	Ability to search for, process, and analyse information from a variety of sources	x	x	2.2.2
LA20/LA26	E24	R23	Commitment to safety	x	x	2.5.1/4.1
LA18	E21	R24	Interpersonal and interaction skills	x	x	3.2
LA9	E13	R25	Ability to undertake research at an appropriate level	x	x	2.2.
LA4	E15	R26	Knowledge and understanding of the subject area and understanding of the profession	x	x	1
LA27	E30	R28	Ability to focus on quality			4.4.6/4.5.1/4.6.4/4.6.6
<i>Generic competencies only in the Russian survey</i>						
LA12		R13	Ability for critical thinking		x	2.4
		R27	Ability to resolve conflicts and negotiate			3.2.7/3.2.8
		R29	Ability to focus on results			4.3.1/4.3.2/4.3.3/4.3.4
		R30	Ability to innovate		x	2.4.2/2.4.3/2.4.6
<i>Generic competencies only in the European survey</i>						
LA13	E29		Ability to adapt to and act in new situations		x	2.4.2
LA19	E31		Ability to motivate people and move towards common goals			
LA23	E16		Ability to work in an international context		x	3.2.10/3.3.1
	E20		Spirit of enterprise, ability to take initiative		x	2.4.1/4.8
	E6		Ability to show awareness of equal opportunities and gender issues			2.5.5
<i>Computer Science competencies in the LA survey</i>						
LA13	E12		Ability to adapt to technological changes		x	2.4.2/4.2.6

CDIO y acreditación - WA

Syllabus CDIO/WA	WA1	WA2	WA3	WA4	WA5	WA6	WA7	WA8	WA9	WA10	WA11	WA12
CDIO 1.1	X											
CDIO 1.2	X											
CDIO 1.3	X				X							
CDIO 2.1		X										
CDIO 2.2		X		X	X							
CDIO 2.2.2		X		X								
CDIO 2.3												
CDIO 2.4.1				X	X	X						
CDIO 2.4.2												
CDIO 2.4.3												
CDIO 2.4.4												
CDIO 2.4.6												X
CDIO 2.4.7	Ethics, integrity and social responsibility								X		X	
CDIO 2.5.1	Professional Behavior							X				
CDIO 2.5.2								X				
CDIO 2.5.3												X
CDIO 2.5.5								X				
CDIO 2.6							X					
CDIO 2.9.3												
CDIO 3.1.1									X		X	
CDIO 3.2										X		
CDIO 3.2.4					X							
CDIO 3.3.1												
CDIO 4.1						X	X					
CDIO 4.1.1			X			X						
CDIO 4.1.2			X			X						
CDIO 4.2.1						X					X	
CDIO 4.3			X								X	
CDIO 4.4			X						X		X	
CDIO 4.5			X									
CDIO 4.7.8			X								X	
CDIO 4.8				X	X	X					X	

WA8: Aplica principios éticos y se compromete con la ética y las responsabilidades profesionales y las normas de la práctica de la ingeniería

Ethics, integrity and social responsibility

Professional Behavior

Fuente: Informe autoevaluación Ingeniería Civil Informática (2020).

CDIO y acreditación - WA

Syllabus CDIO/WA	WA1	WA2	WA3	WA4	WA5	WA6	WA7	WA8	WA9	WA10	WA11	WA12
CDIO 1.1	X											
CDIO 1.2	X											
CDIO 1.3	X				X							
CDIO 2.1		X										
CDIO 2.2		X		X	X							
CDIO 2.2.2		X		X								
CDIO 2.3												
CDIO 2.4.1				X	X	X						
CDIO 2.4.2									X			
CDIO 2.4.3												
CDIO 2.4.4												
CDIO 2.4.6												X
CDIO 2.4.7									X		X	
CDIO 2.5.1												
CDIO 2.5.2												
CDIO 2.5.3												X
CDIO 2.5.5												
CDIO 2.6												
CDIO 2.9.3												
CDIO 3.1.1											X	
CDIO 3.2										X		
CDIO 3.2.4												
CDIO 3.3.1												
External, Societal and environmental context			X			X	X					
Enterprise and Business context			X			X						
CDIO 4.2.1						X					X	
Conceiving, systems engineering and management			X								X	
CDIO 4.4			X						X		X	
Designing			X									
CDIO 4.7.8			X								X	
CDIO 4.8				X	X	X					X	

WA3: Diseña soluciones para los problemas complejos en ingeniería y diseña sistemas, componentes o procesos que satisfacen necesidades específicas considerando debidamente los asuntos de salud y seguridad pública, culturales, sociales, y ambientales (WK5).

Fuente: Informe autoevaluación Ingeniería Civil Informática (2020).

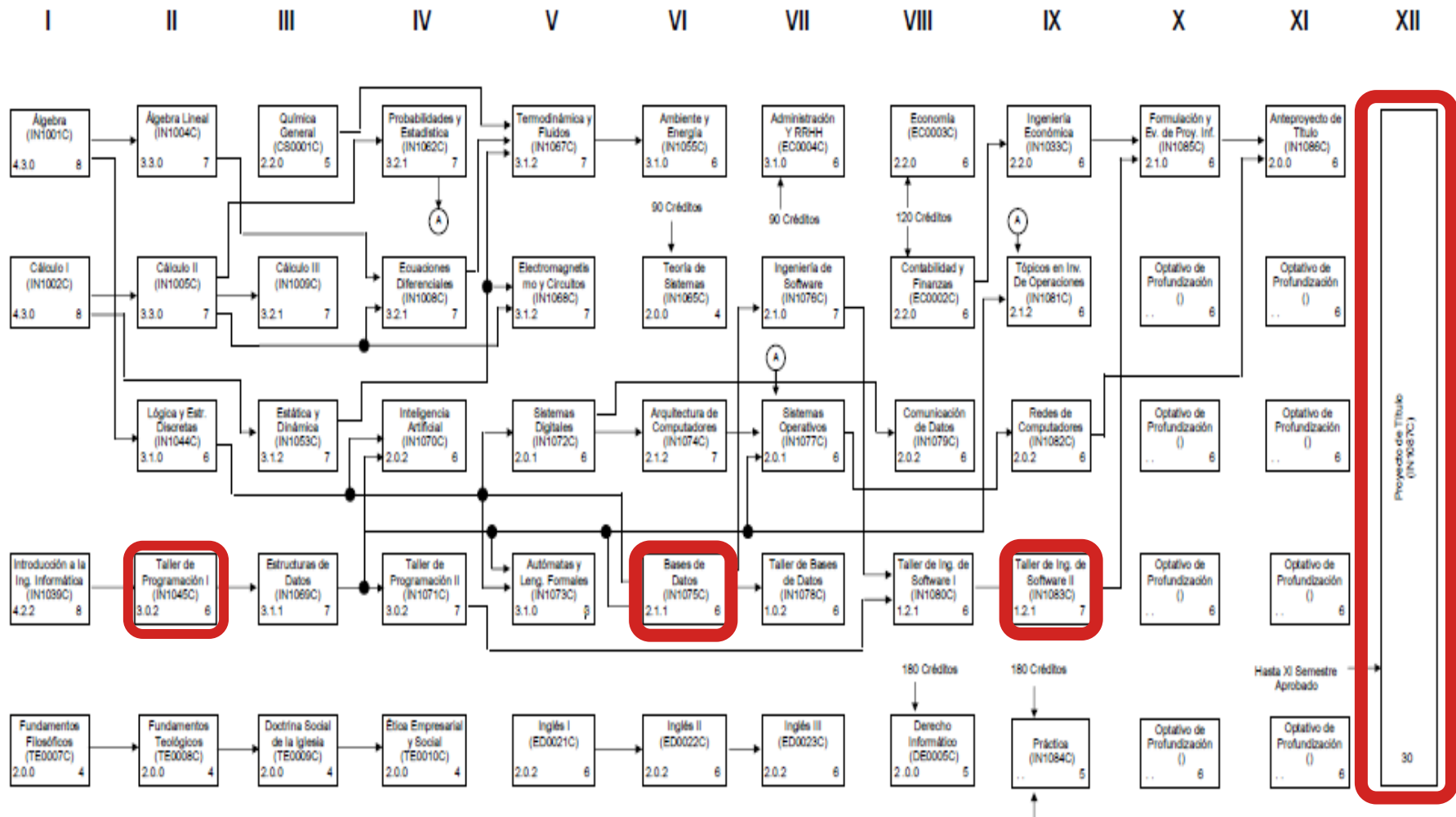
¿Cómo monitorear los aprendizajes?

- Definir hitos evaluativos.
- Medir las expectativas del profesor y estudiante en cuanto a su aprendizaje al final del hito.
- Benchmark entre lo que espera el plan de estudio lo que observa su profesor (basado en desempeño de los estudiantes) y el mismo estudiante.

Definiendo hitos en el plan de estudios

- ¿Cuáles son los cursos adecuados para el seguimiento?
- ¿Cuántos hitos?
- ¿En qué nivel del plan de estudios?
 - Cómo evaluar los niveles de competencia de los estudiantes
 - Analice los datos asociados con las calificaciones tradicionales del nivel del curso
 - Analice cómo los estudiantes e instructores perciben los niveles de competencia

Hitos en el plan de estudios



Medición de hitos

Student proficiency level		Instructor opinion of student proficiency level	
		0	Not observed
1	To have experienced or been exposed to	1	Have been experienced or been exposed to
2	To be able to participate in and contribute to	2	Are able to participate in and contribute to
3	To be able to understand and explain	3	Are able to understand and explain
4	To be skilled in the practice or implementation	4	Are skilled in the practice or implementation
5	To be able to lead or innovate in	5	Are able to lead or innovate in

2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES

2.1 ENGINEERING REASONING AND PROBLEM SOLVING [e] <i>Problem Identification and Formulation</i> <i>Modeling</i> <i>Estimation and Qualitative Analysis</i> <i>Analysis With Uncertainty</i> <i>Solution and Recommendation</i>	1	2	3	4	5
2.2 EXPERIMENTATION AND KNOWLEDGE DISCOVERY [b] <i>Hypothesis Formulation</i> <i>Survey of Print and Electronic Literature</i> <i>Experimental Inquiry</i> <i>Hypothesis Test and Defense</i>	1	2	3	4	5
2.3 SYSTEM THINKING <i>Thinking Holistically</i> <i>Emergence and Interactions in Systems</i> <i>Prioritization and Focus</i> <i>Trade-offs and Balance in Resolution</i>	1	2	3	4	5
2.4 PERSONAL SKILLS AND ATTRIBUTES <i>Initiative and Willingness to Take Risks</i> <i>Perseverance and Flexibility</i> <i>Creative Thinking</i> <i>Critical Thinking</i> <i>Awareness of One's Personal Knowledge, Skills and Attitudes</i> <i>Curiosity and Lifelong Learning [1]</i> <i>Time and Resource Management</i>	1	2	3	4	5
2.5 PROFESSIONAL SKILLS AND ATTITUDES <i>Professional Ethics, Integrity, Responsibility and Accountability [1]</i> <i>Professional Behavior</i> <i>Proactively Planning for One's Career</i> <i>Staying Current on World of Engineer</i>	1	2	3	4	5

Fuente: Appendix H,
CDIO Syllabus Report,
2001 (www.cdio.org)

Benchmarking hito1 (2015-2016)

2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES

2.1 ANALYTICAL REASONING AND PROBLEM SOLVING

2.1.1 Problem Identification and Formulation

2.1.5 Solution and Recommendation

2.4 ATTITUDES, THOUGHT AND LEARNING

2.4.1 Initiative and the Willingness to Make Decisions in the Face of Uncertainty

2.4.4 Critical Thinking

2.4.6 Lifelong Learning and Educating

2.4.7 Time and Resource Management

2.5 ETHICS, EQUITY AND OTHER RESPONSIBILITIES

2.5.1 Ethics, Integrity and Social Responsibility

2.5.5 Equity and Diversity

3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION

3.1 TEAMWORK

3.1.1 Forming Effective Teams

3.1.2 Team Operation

3.1.4 Team Leadership

3.2 COMMUNICATIONS

3.2.3 Written Communication

3.2.4 Electronic/Multimedia Communication

3.2.6 Oral Presentation

4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT – THE INNOVATION PROCESS

4.1 EXTERNAL, SOCIETAL, AND ENVIRONMENTAL CONTEXT

4.1.1 Roles and Responsibility of Engineers

4.1.2 The Impact of Engineering on Society and the Environment

4.3 CONCEIVING, SYSTEMS ENGINEERING AND MANAGEMENT

4.3.1 Understanding Needs and Setting Goals

4.3.2 Defining Function, Concept and Architecture

4.4 DESIGNING

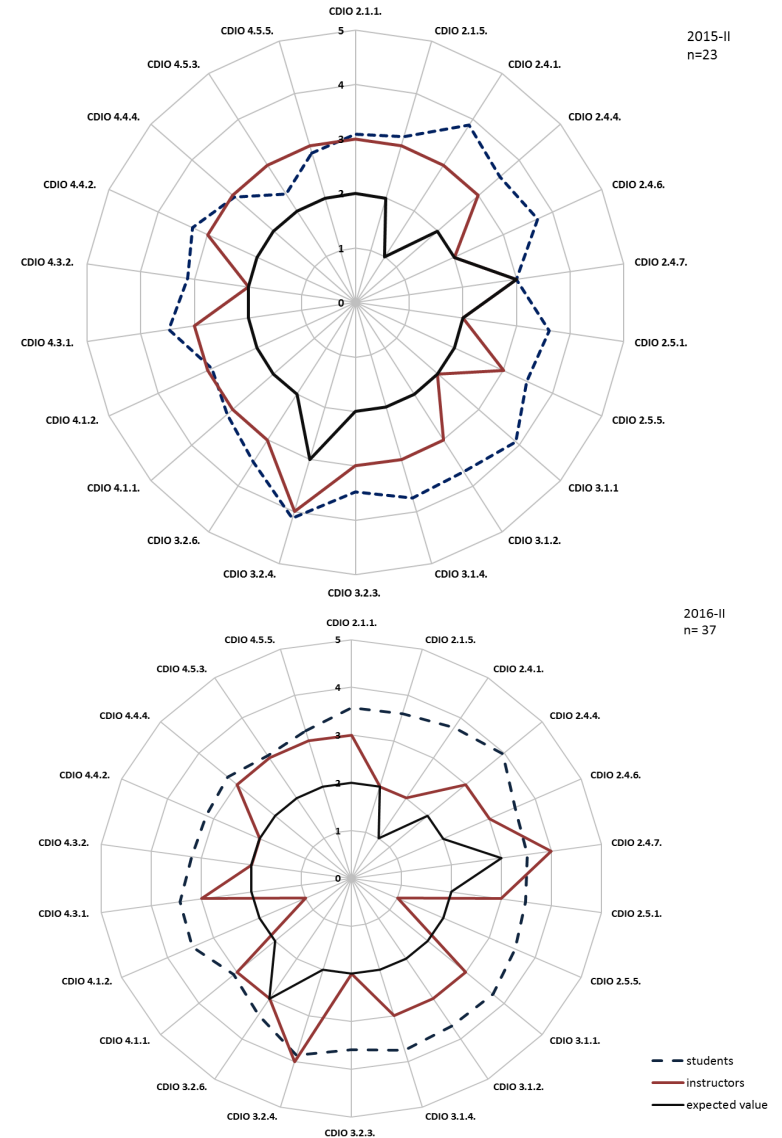
4.4.2 The Design Process Phasing and Approaches

4.4.4 Disciplinary Design

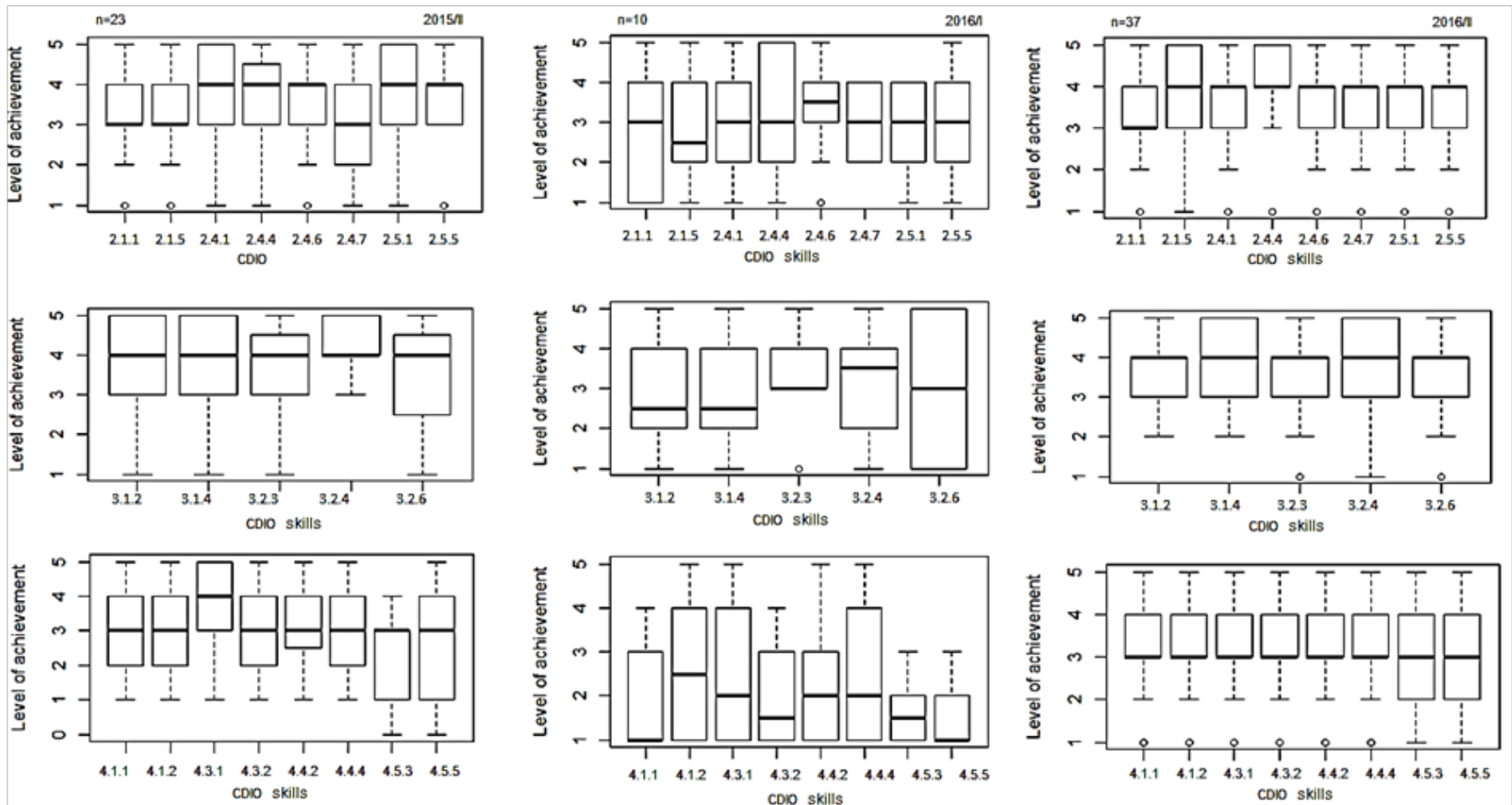
4.5 IMPLEMENTING

4.5.3 Software Implementing Process

4.5.5 Test, Verification, Validation, and Certification



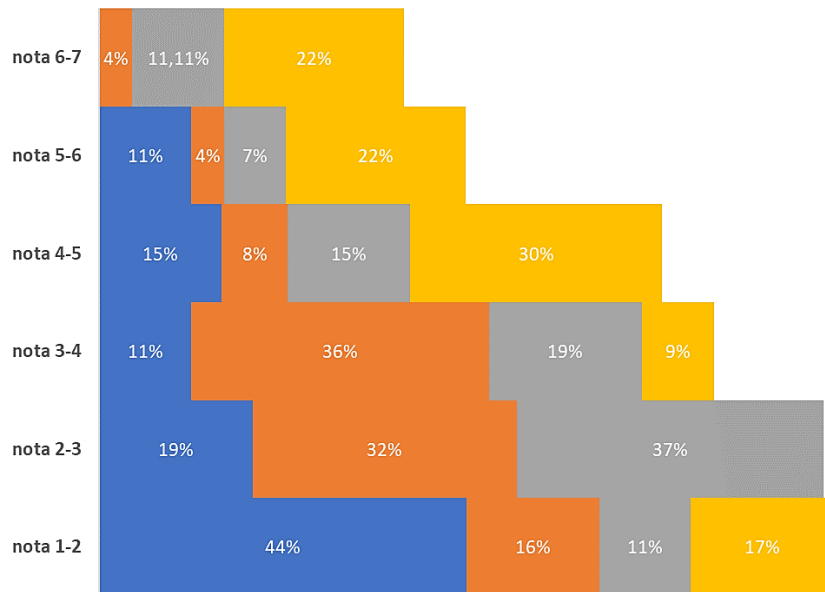
Distribuciones niveles de logro hito 1 (2015-2016)



Desempeño estudiantes en AW hito 1 (2017-2020)

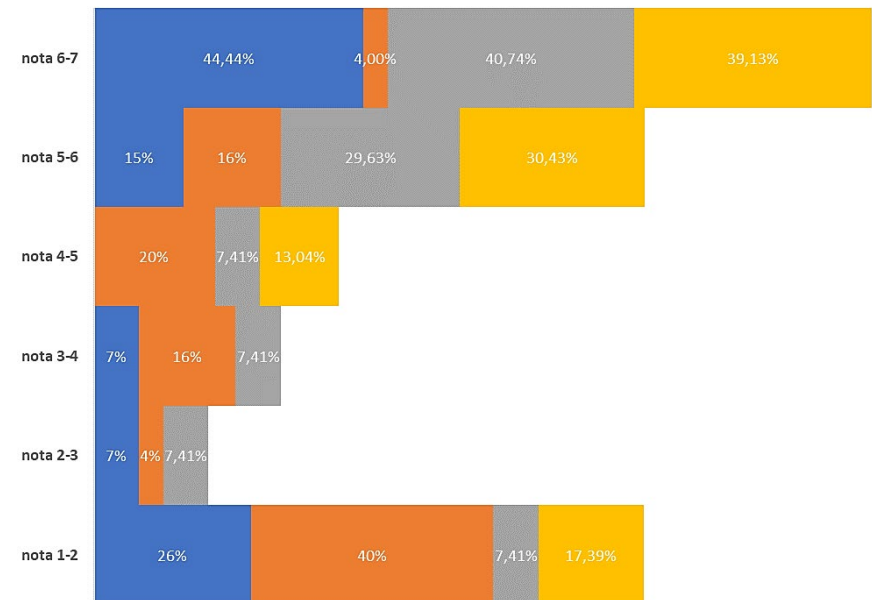
Hito 1: Conocimiento en Ingeniería (aw1)

■ IN1045C-2-2017 ■ IN1045C-1-2018 ■ IN1045C-1-2019 ■ IN1045C-2-2020



Hito 1: Análisis de problemas (aw2)

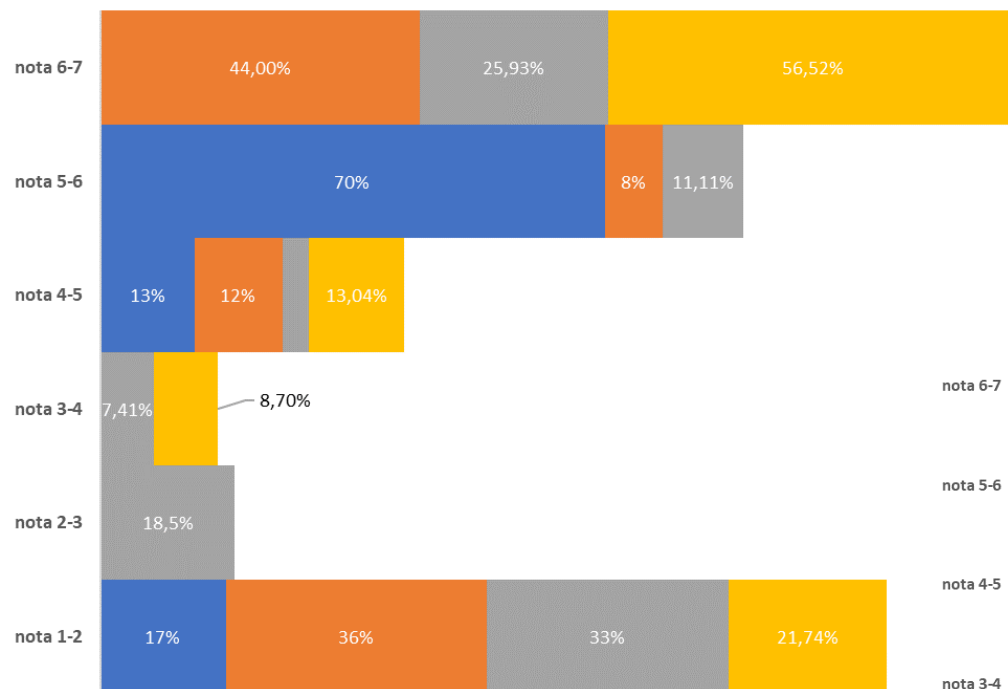
■ IN1045C-2-2017 ■ IN1045C-1-2018 ■ IN1045C-1-2019 ■ IN1045C-2-2020



Desempeño estudiantes en AW hito 1 (2017-2020)

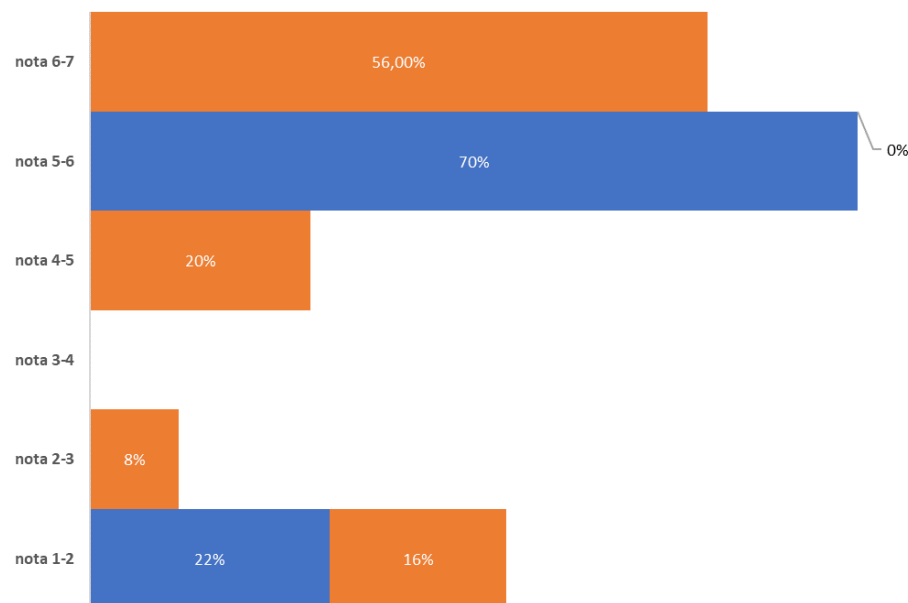
Hito 1: Diseño/desarrollo de soluciones (aw3)

■ IN1045C-2-2017 ■ IN1045C-1-2018 ■ IN1045C-1-2019 ■ IN1045C-2-2020



Hito 1: Trabajo Individual y en equipo (aw9)

■ IN1045C-2-2017 ■ IN1045C-1-2018 ■ IN1045C-1-2019 ■ IN1045C-2-2020



Benchmarking hito2 (2015-2016)

2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES

2.1 ANALYTICAL REASONING AND PROBLEM SOLVING

- 2.1.1 Problem Identification and Formulation
- 2.1.2 Modeling
- 2.1.5 Solution and Recommendation

2.2 EXPERIMENTATION, INVESTIGATION AND KNOWLEDGE DISCOVERY

- 2.2.2 Survey of Print and Electronic Literature

2.3 SYSTEM THINKING

- 2.3.1 Thinking Holistically
- 2.3.3 Prioritization and Focus

2.4 ATTITUDES, THOUGHT AND LEARNING

- 2.4.1 Initiative and the Willingness to Make Decisions in the Face of Uncertainty
- 2.4.2 Perseverance, Urgency and Will to Deliver, Resourcefulness and Flexibility
- 2.4.3 Creative Thinking
- 2.4.4 Critical Thinking
- 2.4.6 Lifelong Learning and Educating
- 2.4.7 Time and Resource Management

2.5 ETHICS, EQUITY AND OTHER RESPONSIBILITIES

- 2.5.1 Ethics, Integrity and Social Responsibility
- 2.5.2 Professional Behavior
- 2.5.3 Proactive Vision and Intention in Life
- 2.5.5 Equity and Diversity

3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION

3.1 TEAMWORK

- 3.1.1 Forming Effective Teams
- 3.1.2 Team Operation
- 3.1.4 Team Leadership

3.2 COMMUNICATIONS

- 3.2.3 Written Communication
- 3.2.4 Electronic/Multimedia Communication
- 3.2.5 Graphical Communication
- 3.2.6 Oral Presentation

3.3 COMMUNICATIONS IN FOREIGN LANGUAGES

- 3.3.1 Communications in English

4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT – THE INNOVATION PROCESS

4.1 EXTERNAL, SOCIETAL, AND ENVIRONMENTAL CONTEXT

- 4.1.1 Roles and Responsibility of Engineers
- 4.1.2 The Impact of Engineering on Society and the Environment

4.3 CONCEIVING, SYSTEMS ENGINEERING AND MANAGEMENT

- 4.3.1 Understanding Needs and Setting Goals
- 4.3.2 Defining Function, Concept and Architecture
- 4.3.3 System Engineering, Modeling and Interfaces
- 4.3.4 Development Project Management

4.4 DESIGNING

- 4.4.2 The Design Process Phasing and Approaches
- 4.4.3 Utilization of Knowledge in Design
- 4.4.4 Disciplinary Design

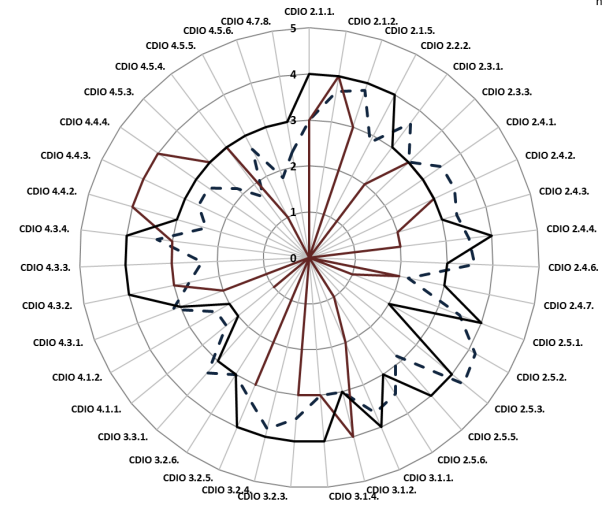
4.5 IMPLEMENTING

- 4.5.2 Hardware Manufacturing Process
- 4.5.3 Software Implementing Process
- 4.5.4 Hardware Software Integration
- 4.5.5 Test, Verification, Validation, and Certification
- 4.5.6 Implementation Management

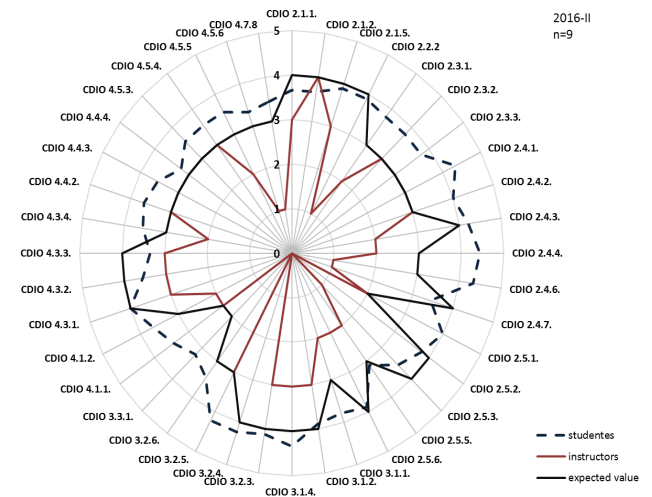
4.7 LEADING ENGINEERING ENDEAVORS

- 4.7.8 Innovation – the Conception, Design and Introduction of New Goods and Services

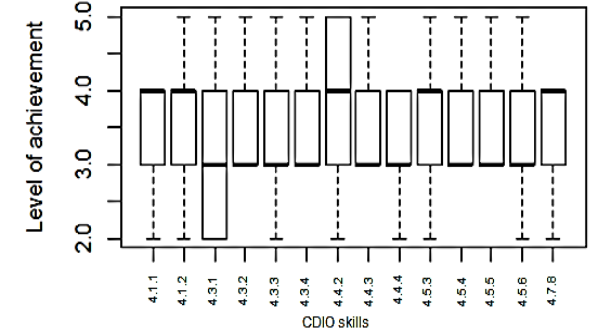
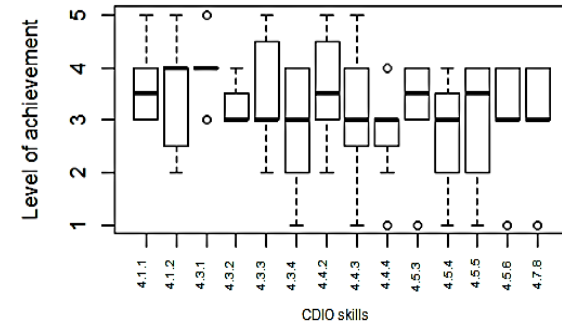
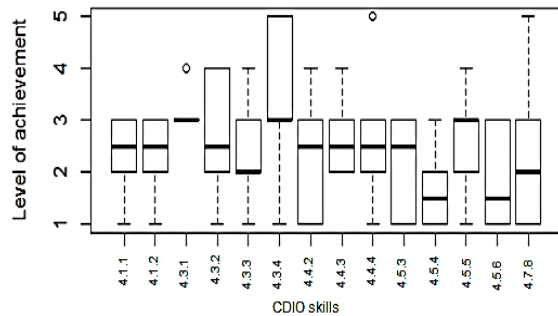
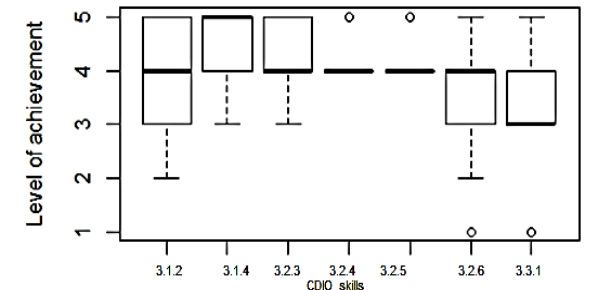
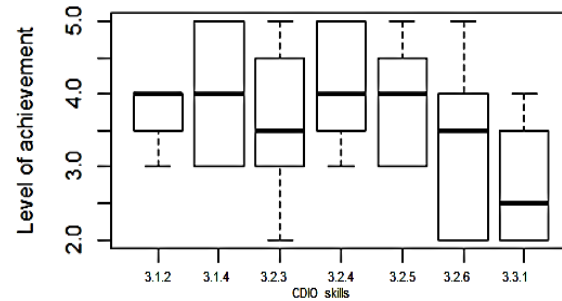
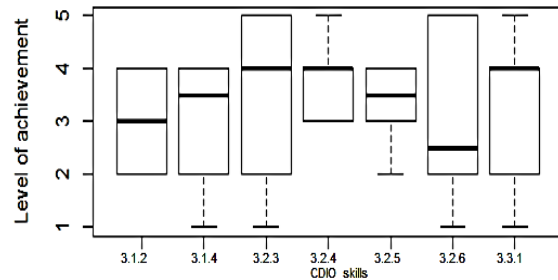
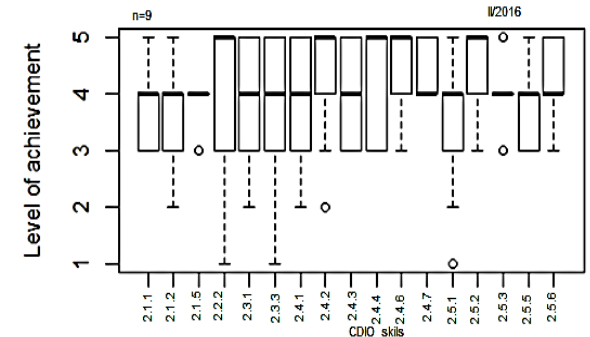
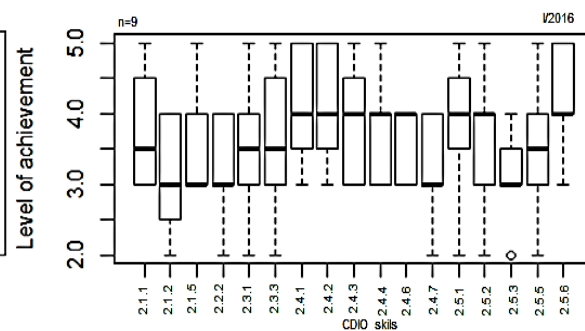
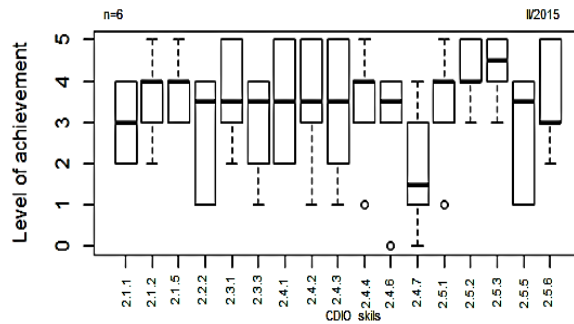
2015-II
n=6



2016-II
n=9



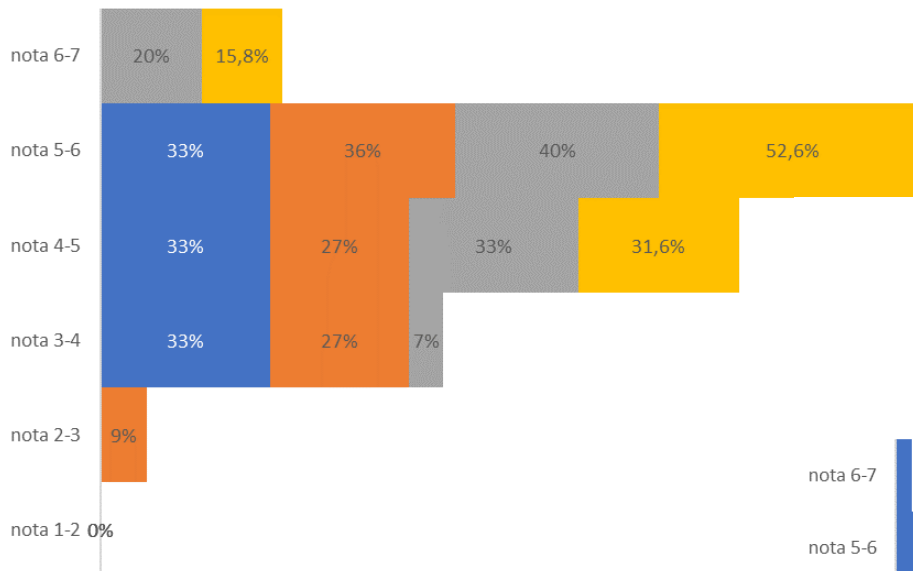
Distribuciones niveles de logro hito 1 (2015-2016)



Desempeño estudiantes en AW hito 2 (2017-2020)

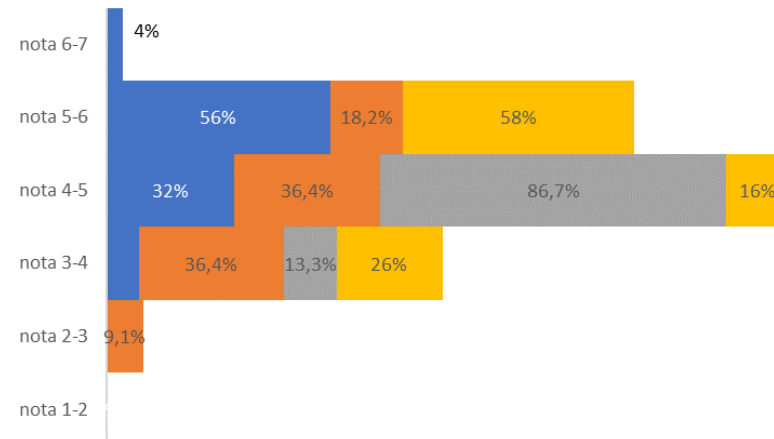
Hito2: Conocimiento de Ingeniería (aw1)

■ IN1075C-2-2017 ■ IN1075C-2-2018 ■ IN1075C-2-2019 ■ IN1075C-2-2020

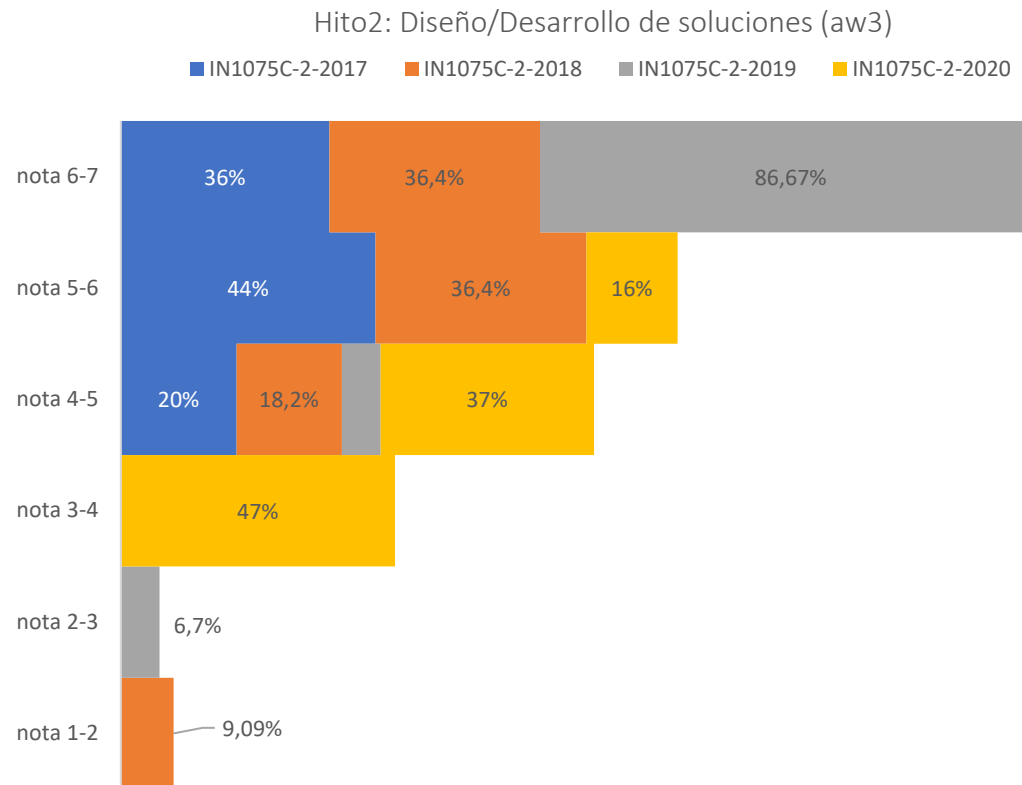


Hito2: Análisis de Problemas (aw2)

■ IN1075C-2-2017 ■ IN1075C-2-2018 ■ IN1075C-2-2019 ■ IN1075C-2-2020



Desempeño estudiantes en AW hito 2 (2017-2020)



Trabajo a mediano plazo



Mejorar los niveles de logro de la competencia desarrollo sostenible para todas las ingenierías.



Mejorar los niveles de logro de la competencia Emprendimiento tecnológico para todas las ingenierías.



Mejorar los niveles de logro de la competencia de internacionalización para todas las ingenierías.



Reacreditar las carreras con menos años de acreditación

Conclusiones



Reconocemos que la adopción del CDIO ha instalado una cultura de mejora continua de nuestros programas de ingeniería que nos permitió lograr la certificación internacional.

References

Malmqvist, J., Edström, K. & Rosén, A. (2020). CDIO Standards 3.0 - Updates to the Core CDIO Standards. In *Proceedings of the 16th International CDIO Conference*, hosted on-line by Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, June 8–11, 2020.

Malmqvist, J., Edström, K., Rosén, A., Hugo, R. & Campbell, D. (2020). Optional CDIO Standards: Sustainable Development, Simulation-based Mathematics, Engineering Entrepreneurship, Internationalisation & Mobility. In *Proceedings of the 16th International CDIO Conference*, hosted on-line by Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, June 8–11, 2020.

Martínez, C., Muñoz, M., Cárdenas, C., & Cepeda, M. (2013). “Adopción de la Iniciativa CDIO en los planes de estudio de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UCSC.” [Adoption of the CDIO Initiative in the study plans of the UCSC School of Engineering programs] In *Proceedings of the 11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, Cancún, México.

Muñoz, M., Martínez, C., Cárdenas, C., & Medina, M. (2020). Lessons learnt from a CDIO-based curricular reform of the computer science program at the Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile, *European Journal of Engineering Education*, 45(1), 55-72, DOI: 10.1080/03043797.2018.1494700