

cual:

presentado y aprobado en el año 2011, por medio del presente escrito autorizo

(autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	x	
2. La consulta física o electrónica según corresponda	x	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	x	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	x	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	x	
6. La inclusión en la Biblioteca Digital PUJ (Sólo para la totalidad de las Tesis Doctorales y de Maestría y para aquellos trabajos de grado que hayan sido laureados o tengan mención de honor.)		x

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi

(nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.


NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos

resultados finales no se han publicado.

Si No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
Andrés Felipe Ramírez Ayala	1.019.020.579	

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería de sistemas

BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO	
<i>Paideia</i> : modelo pedagógico para la enseñanza de principios de programación considerando la utilización Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)	
SUBTÍTULO, SI LO TIENE	
AUTOR O AUTORES	
Apellidos Completos	Nombres Completos
Ramírez Ayala	Andrés Felipe
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO	
Apellidos Completos	Nombres Completos
Hurtado Rojas	José Hernando
FACULTAD	
Ingeniería	
PROGRAMA ACADÉMICO	
Tipo de programa (seleccione con "x")	

Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
x						
Nombre del programa académico						
Ingeniería de Sistemas						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
Germán Alberto Chavarro Flórez						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Ingeniero de Sistemas						
PREMIO O DISTINCIÓN <i>(En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):</i>						
CIUDAD	AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO		NÚMERO DE PÁGINAS			
Bogotá D.C.	2011		138			
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		x				
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la						

Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.

MATERIAL ACOMPAÑANTE

TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS

Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. *(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).*

ESPAÑOL	INGLÉS
CDIO	CDIO
Formación en ingeniería	Engineering teaching
Ambientes virtuales de aprendizaje	Virtual learning environment
Modelos pedagógicos	Pedagogical models

Proceso de enseñanza aprendizaje	Teaching and learning processes
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)	
RESÚMEN El problema de la manera de enseñar ingeniería es un problema constante que está tomando cada vez más fuerza en las academias de ingeniería. <i>Paideia</i> responde a la necesidad por formalizar metodologías pedagógicas en los procesos de enseñanza aprendizaje en la formación de ingenieros y, en particular, responde a la necesidad de hacerlo en los cursos de principios de programación. En el presente trabajo se plantea un modelo pedagógico escalable para la formación en ingeniería, teniendo en cuenta como caso de estudio la asignatura de principios de programación llamada Pensamiento Algorítmico de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.	
ABSTRACT The problem of how to teach engineering is an ongoing problem that has taken more relevance in engineering academies. <i>Paideia</i> responds to the need of formalize teaching methodologies in teaching and learning processes in the formation of engineers and, in particular, responds to the need for it in early programming courses. This work presents a scalable pedagogical model for the formation of engineers, taking into account, as a case study of programming principles, a course called Algorithmic Thinking of the Pontificia Universidad Javeriana in Bogotá.	

< CIS1130IS01 >

Paideia: modelo pedagógico para la enseñanza de principios de programación considerando la utilización Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)

Andrés Felipe Ramírez Ayala

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D.C.
2011

< CIS1130IS01 >

Paideia: modelo pedagógico para la enseñanza de principios de programación considerando la utilización Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)

Autor:

Andrés Felipe Ramírez Ayala

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO DE LOS
REQUISITOS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

Director

José Hernando Hurtado Rojas

Jurados del Trabajo de Grado

Leonardo Flórez Valencia, PhD

German Alberto Chavarro, Msc

Página web del Trabajo de Grado

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1130IS01>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D.C.
Diciembre, 2011

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

Rector Magnífico

Joaquín Emilio Sánchez García S.J.

Decano Académico Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis David Prieto Martínez

Decano del Medio Universitario Facultad de Ingeniería

Padre Sergio Bernal Restrepo S.J.

Director (E) de la Carrera de Ingeniería de Sistemas

Ingeniero César Julio Bustacara Medina

Director Departamento de Ingeniería de Sistemas

Ingeniero César Julio Bustacara Medina

Bogotá D.C., 30 de enero de 2012

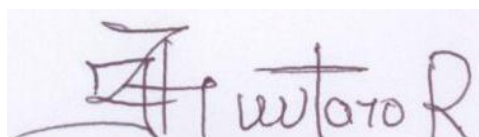
Señores
Comité de trabajos de grado
Facultad de Ingeniería
Departamento Ingeniería de Sistemas
Pontificia Universidad Javeriana

Estimados colegas:

Como tutor del trabajo de grado del estudiante ANDRÉS FELIPE RAMÍREZ AYALA, titulado *Paideia: modelo pedagógico para la enseñanza de principios de programación considerando la utilización Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)*, autorizo la entrega del documento final.

La sustentación del trabajo de grado se llevó a cabo el día 18 de enero y contó con la presencia del Doctor Leonardo Flórez Valencia y el Ingeniero German Alberto Chavarro MSc. Quienes fueron los jurados del trabajo en cuestión. El concepto final correspondiente al trabajo de grado es Aprobado.

Cordialmente,



JOSÉ HERNANDO HURTADO ROJAS

Profesor titular
Facultad de ingeniería
Pontificia Universidad Javeriana

“Lo más difícil, lo más importante. Lo más necesario, lo que a todos modos hay que intentar, es conservar la voluntad de luchar por una sociedad diferente sin caer en la interpretación paranoide de la lucha. Lo difícil, pero también lo esencial es valorar positivamente el respeto y la diferencia, no como un mal menor y un hecho inevitable, sino como lo que enriquece la vida e impulsa la creación y el pensamiento, como aquello sin lo cual una imaginaria comunidad de los justos cantarían el eterno hosanna del aburrimiento satisfecho. Hay que poner un gran signo de interrogación sobre el valor de lo fácil; no solamente sobre sus consecuencias, sino sobre la cosa misma, sobre la predilección por todo aquello que no exige de nosotros ninguna superación, ni nos pone en cuestión, ni nos obliga a desplegar nuestras posibilidades.” Estanislao Zuleta, El elogio de la dificultad.

Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946

“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y mi padre, un apoyo incondicional que en cada momento han permitido y acompañado la construcción de criterios propios. Agradezco a ellos y a toda mi familia no sólo la oportunidad y apoyo en mi formación sino que también agradezco tratarme como igual y debatir conmigo mis ideas y críticas con sinceridad y argumentación.

Al profesor Hernando Hurtado, un verdadero educador que me ofreció su amistad a lo largo de estos años con quien compartí y discutí ideas a durante toda mi formación en ambos campos y de quien aprendí a modificar mis discursos y aprender a aplicar y formalizar mis ideas. También, al profesor Leonardo Flórez, quien desde el principio me ha permitido discutir y aprender sin la necesidad de estar en un aula.

A mis amigos y a la promoción de oro, que han sido mi constante apoyo y mis más sinceros críticos.

Un especial agradecimiento a Maida Janeth Urrego Ruiz, sin quien hubiera sido imposible culminar esta etapa y quien me enseña todos los días algo nuevo y duradero.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
I - DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO.....	2
1. OPORTUNIDAD, PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES	2
1.2 <i>Formulación del problema que se resolvió</i>	3
1.3 <i>Justificación</i>	3
1.4 <i>Impacto Esperado</i>	4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
2.1 <i>Objetivo general</i>	4
2.2 <i>Fases Metodológicas o conjunto de objetivos específicos</i>	4
2.4 <i>Método que se propuso para satisfacer cada fase metodológica</i>	5
FASE EXPLORATORIA	5
<i>Metodología</i>	5
<i>Actividades</i>	6
FASE DESCRIPTIVA	6
<i>Metodología</i>	6
<i>Actividades</i>	7
FASE CORRELACIONAL	7
<i>Metodología</i>	8
<i>Actividades</i>	8
FASE DE EVALUACIÓN	9
<i>Metodología</i>	9
<i>Actividades</i>	9
II - MARCO TEÓRICO	10
2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	10
2.2 EDUCACIÓN Y MODELOS PEDAGÓGICOS.	11
2.3 EDUCACIÓN VIRTUAL O EDUCACIÓN A DISTANCIA	16
2.4 MODELOS PEDAGÓGICOS EN INGENIERÍA.	26
2.4.1 <i>Computing Curricula IEEE-CS y ACM</i>	26
2.4.2 <i>CDIO (Conceiving — Designing — Implementing — Operating process)</i>	33
2.4.3 <i>CDIO en la Pontificia Universidad Javeriana Sede Bogotá</i>	52
2.4.4 <i>Modelos pedagógicos en primeras asignaturas de programación</i>	55
III – DESARROLLO DEL TRABAJO	62
IV - RESULTADOS Y REFLEXIÓN SOBRE LOS MISMOS	66
4.1 <i>PAIDEIA: MODELO PEDAGÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN</i>	66

4.1.1 Modelo pedagógico.....	66
4.1.2 Pensamiento Algorítmico etapa de Concepción y Diseño (CDIO).....	73
V – CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	84
5.1 CONCLUSIONES.....	84
5.2 TRABAJOS FUTUROS	87
VI - REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	89
VII - ANEXOS	94
ANEXO 1. EJEMPLOS DE AVAS.	94
ANEXO 2. RESULTADOS ENCUESTA SOBRE HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS.	108
ANEXO 3. ENCUESTA SOBRE METODOLOGÍAS PEDAGÓGICAS.	112
ANEXO 4. COMPUTING CURRICULA ACM/IEEE-CS CASO PENSAMIENTO ALGORÍTMICO.116	
ANEXO 5. PERFIL DEL INGENIERO DE SISTEMAS.	122
ANEXO 6. CDIO SYLLABUS.	124
ANEXO 7. PROGRAMA PENSAMIENTO ALGORÍTMICO, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.	125
ANEXO 8. RELATORÍA DEL TALLER SOBRE APLICACIÓN DE CDIO AL CURRÍCULO.	135

Tabla 1: corrientes pedagógicas clásicas. Fuente: (Conole, 2004).	12
Tabla 2: generaciones de TICs en la educación Fuente (Sherron & Boettcher, 1997).	17
Tabla 3: referencias y educación virtual. Tomado de: (García Aretio, 2002)	24
Tabla 4: niveles del proceso de aprendizaje ACM/IEEE-CS. Tomado de (Cassel et al., 2008).....	32
Tabla 5: competencias pensamiento algorítmico.....	83
Tabla 6: PBL.	99
Tabla 7: pedagogía y entornos colaborativos.	103
Tabla 8: dimensiones CSL.	106

Ilustración 1: modelo pedagógico. Tomado de (Gutiérrez Rojas, 2004)	25
Ilustración 2: IEEE-CS tabla de competencias en currículos. Tomada de (IEEE, 2010).....	33
Ilustración 3: diagrama del proceso de adopción. Fuente: (CDIO, 2011d).....	48
Ilustración 4: representación de los bloques que sustentan CDIO. Tomado de: (E. Crawley et al., 2011) .	49
Ilustración 5: Syllabus CDIO en el segundo nivel de detalle. Tomado de: (E. Crawley et al., 2011)	50
Ilustración 6: alineamiento de los resultados de aprendizaje con la misión del programa. Tomado de:(E. Crawley et al., 2011).....	51
Ilustración 7: alineamiento de los objetivos de aprendizaje deseados con enseñanza, aprendizaje y evaluación. Tomado de:(E. Crawley et al., 2011).....	51
Ilustración 8: diseño en reversa. Tomado de: (García et al., 2011)	53
Ilustración 9: niveles de formación en competencias disciplinares. Ing. Electrónica Javeriana.....	55
Ilustración 10: niveles de formación en competencias sociales. CDIO- Ing. Electrónica Javeriana.	55
Ilustración 11: modelo de curso de introducción a programación en Cupi2 - Universidad de los Andes. Tomado de:(J. Villalobos et al., 2005).....	62
Ilustración 12: <i>Paideia</i> , modelo pedagógico. Vista superior.....	71
Ilustración 13: <i>Paideia</i> modelo pedagógico. Vista: corte transversal.	72

ABSTRACT

The problem of how to teach engineering is an ongoing problem that has taken more relevance in engineering academies. *Paideia* responds to the need of formalize teaching methodologies in teaching and learning processes in the formation of engineers and, in particular, responds to the need for it in early programming courses. This work presents a scalable pedagogical model for the formation of engineers, taking into account, as a case study of programming principles, a course called Algorithmic Thinking of the Pontificia Universidad Javeriana in Bogotá.

RESUMEN

El problema de la manera de enseñar ingeniería es un problema constante que está tomando cada vez más fuerza en las academias de ingeniería. *Paideia* responde a la necesidad por formalizar metodologías pedagógicas en los procesos de enseñanza aprendizaje en la formación de ingenieros y, en particular, responde a la necesidad de hacerlo en los cursos de principios de programación. En el presente trabajo se plantea un modelo pedagógico escalable para la formación en ingeniería, teniendo en cuenta como caso de estudio la asignatura de principios de programación llamada Pensamiento Algorítmico de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.

RESUMEN EJECUTIVO

Paideia, es un proyecto de investigación que parte de la necesidad de estudiar las prácticas pedagógicas en el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá. El proceso de esta investigación tenía tres metas importantes que se presentan a continuación:

- Hacer un análisis comparativo de las prácticas establecidas en el departamento y las prácticas propuestas y aceptadas internacionalmente en las academias de ingeniería.
- Proponer partiendo del análisis un modelo pedagógico para la enseñanza de principios de programación teniendo en cuenta las perspectivas de los alumnos y las propuestas institucionales.
- Conocer las potencialidades que ofrece la educación virtual como apoyo a cursos presenciales.

Para lograr lo anterior, se llevó a cabo un proceso en cuatro fases que se presentan a continuación:

- Fase exploratoria: en donde se hizo la búsqueda de información y se escribió el marco teórico.
- Fase descriptiva: en donde se diseñaron y ejecutaron las encuestas y el análisis sobre ellas.
- Fase correlacional: en donde se diseñó el modelo pedagógico y se generaron unas etapas de aplicación del mismo en la asignatura Pensamiento Algorítmico.
- Fase de evaluación: en donde se contrasta con el criterio de expertos y se fortalece el modelo con éste.

Como parte de la investigación se encuentra que la Facultad de Ingeniería está iniciando cambios para la iniciativa CDIO (que son las iniciales para *Conceive — Design — Implement — Operate*), una iniciativa que ya tiene como colaboradores a representantes de más de 50 universidades de ingeniería de un gran reconocimiento en la disciplina distribuidas a lo largo del mundo. Por esta razón, el modelo se diseña teniendo como base esta iniciativa pero siempre con la intención de

adaptarlo al contexto social colombiano. Además el modelo debía cumplir con las siguientes características que se encontraron en las primeras dos fases:

- El modelo debe favorecer la motivación de los alumnos frente a la materia y esto debe ser escalable a la carrera y otras asignaturas.
- El modelo debe incluir la reconstrucción de los objetivos de las asignaturas para dar inicio así a la entrada de la propuesta CDIO.
- El modelo debe asegurar que los estudiantes vean la utilidad de la materia en su vida profesional para así asegurar la apropiación del conocimiento.
- Si bien el modelo debe considerar el conocimiento disciplinar, no debe sólo enfocarse en eso, sino que debe permitir desarrollar competencias sociales como las presentadas en el estándar 2 de CDIO, cuyo enfoque es el programa de las asignaturas y que lleva como nombre *CDIO Syllabus*.
- El modelo debe tener en cuenta que la asignatura es vista por varias ingenierías, así que debe permitir la interdisciplinariedad que debe estar presente a lo largo de los objetivos de aprendizaje y las actividades diseñadas.
- El modelo debe ir más allá de una propuesta de aula, al incluir CDIO es importante que tenga en cuenta la institucionalidad.

Como resultado del proyecto se construye un modelo dinámico a dos vistas que permite la implementación de CDIO pero sin perder de vista la naturaleza emergente de las características de cada aula. Además, la investigación de modelos pedagógicos fue alejándose cada vez más de las herramientas para enfocarse en las relaciones enseñanza aprendizaje y así se dio inicio a la comprensión de la forma como estas herramientas deben ser consecuencia del modelo y no causa del mismo.

Las conclusiones del presente trabajo de grado están dirigidas a cuatro ámbitos específicos que se presentan a continuación:

- Formación en ingeniería.
- Educación virtual por medio de AVAs

- Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.
- Pensamiento Algorítmico de la Pontificia Universidad Javeriana.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de enseñanza aprendizaje han sido motivo de indagación y duda desde los principios de la academia. La pregunta por cómo enseñar va ligada íntimamente a la pregunta de cómo aprender y esto debe tenerse en cuenta para pensar la educación y los procesos formativos. Además, teniendo en cuenta que estamos en la época de la racionalidad científico-tecnológica (Buendía et al., 1998), toma importancia pensar los procesos por los cuales se están formando los líderes de ese tipo de razón que son los desarrolladores de ciencia y tecnología. Y es por esa razón por la que desde las academias de ingeniería se está empezando a buscar y a construir metodologías pedagógicas que respondan al tipo de estudiantes, a las necesidades de la disciplina, a las necesidades empresariales y a las necesidades sociales.

De manera más particular, las capacidades de resolución de problemas y las habilidades básicas necesarias para construir algoritmos son cada vez más necesarias en la formación de todas las ingenierías (Ditcher, 2001) por el rol que cumplen los ingenieros en la sociedad y en las empresas (Bernold, Spurlin, & Anson, 2007). El proyecto *Paideia* busca hacer un análisis de los procesos de enseñanza aprendizaje actuales en el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana, tomando como caso de estudio la primera asignatura de programación llamada *Pensamiento Algorítmico*. El análisis propuesto se hace de dos maneras, en primer lugar, se afronta con las propuestas pedagógicas de ingeniería más influyentes actualmente. Y, en segundo lugar, se hace un análisis interno por medio de encuestas y de las propuestas institucionales del curso. Además, surge la duda de los espacios virtuales como posibles mediadores de conocimiento y como una posible oportunidad que la facultad puede aprovechar.

I - DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

1. Oportunidad, Problemática, Antecedentes

El presente trabajo de grado está dirigido a solucionar dos problemáticas latentes en el marco de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá y, en particular, en el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Facultad. En primer lugar, y como principal interés del trabajo de grado, está la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje dentro de las asignaturas del plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Sistemas, así como la investigación y formalización de criterios pedagógicos dentro de ellas. Y, en segundo lugar, la necesidad de incluir Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) como herramientas que soporten y faciliten el aprendizaje de las asignaturas ofrecidas por el departamento.

Actualmente, la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá utiliza como principal AVA *BlackBoard Academic Suite™*, pero su uso aún no está alineado a las metodologías pedagógicas utilizadas. Además, está presente la dificultad de la construcción de modelos pedagógicos en la facultad, dado que a pesar de que hay profesores capacitados en pedagogía, los discursos utilizados en las dos disciplinas (pedagogía e ingeniería) son diferentes y en algunos puntos muy alejadas (Heywood, Grimson, & Korte, 2009).

De todo lo anterior surge la necesidad de pensar y construir desde la ingeniería modelos pedagógicos propios que incluyan las necesidades específicas de la disciplina y que utilicen las nuevas herramientas tecnológicas de comunicación y de construcción de conocimiento. En particular, el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana tiene, dentro de su marco estratégico, la mejora continua en los procesos de enseñanza y aprendizaje y la generación de cursos virtuales. Es por esto que un curso de Pensamiento Algorítmico¹ sería un caso importante para considerar. También, es importante empezar a pensar

¹ La asignatura de Pensamiento Algorítmico es la primera materia ligada directamente a programación de la facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Aunque sus objetivos directos no son capacitar en cuanto a la técnica de programar en un lenguaje específico al estudiante, sí se liga con el lenguaje de programación C++ como herramienta para que el estudiante aplique la capacidad de construir una solución a problemas específicos por medio de pasos estructurados.

el aprendizaje virtual haciendo uso de las herramientas de la universidad y las ya desarrolladas en otros trabajos de grado.

1.2 Formulación del problema que se resolvió

Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente surge el siguiente problema para dar inicio a la investigación:

¿Cómo facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los conceptos básicos de programación considerando el uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVAs)?

1.3 Justificación

La pregunta por cómo enseñar ingeniería está tomando cada vez más fuerza en la academia actual, pues, uno de los problemas es la dificultad de encontrar ingenieros con alto grado de formación en docencia. Entonces surge la pregunta acerca del perfil particular que debe tener este ingeniero que es, también, la duda por las metodologías para enseñar (Geils, 1984).

Para mostrar la importancia de la problemática se puede ver que el MIT, por su parte, ha construido, en unión con cincuenta de las universidades más importantes del mundo, el CDIO² (Conceiving — Designing — Implementing — Operating process, por sus siglas en inglés), que es un marco conceptual pedagógico para la enseñanza de ingeniería y que ha tomado mucha fuerza últimamente, esto se evidencia en la creciente publicación de artículos y textos que hablan y exponen sobre el marco y su aplicación en diversas facultades de ingeniería. El ejemplo más cercano se encuentra en el departamento de ingeniería electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá, en donde se ha estudiado la iniciativa CDIO y se está evaluando y reconstruyendo el currículo desde esta perspectiva.

Además, dado el aumento de la demanda de cursos virtuales, la gran inversión de las universidades en Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVAs) y la necesidad cada vez mayor de introducir estos ambientes en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Sun, Tsai, Finger, Chen, &

² www.cdio.org

Yeh, 2008), es importante empezar a indagar acerca de las metodologías particulares empleadas para llevar a cabo cursos utilizando las herramientas que ofrecen estas plataformas. Para lograr esa meta, es importante mostrar la actualidad de las experiencias a nivel nacional e internacional del modelado de cursos virtuales; el cómo se ha implementado y validado que el curso sí es efectivo.

1.4 Impacto Esperado

El impacto de este proyecto, a corto plazo, es empezar a pensar y evaluar los procesos de enseñanza aprendizaje en la facultad y a formalizar las metodologías pedagógicas de las asignaturas. Además, se espera que, con este modelo se mejore el rendimiento de los estudiantes en la asignatura Pensamiento Algorítmico que se dicta en la universidad y, asimismo, la calidad de los docentes encargados de la materia.

A largo plazo, se espera iniciar un proceso para formalizar los procesos pedagógicos en el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá. También, se espera que se empiecen a hacer más proyectos interdisciplinarios que permitan la comunicación con otras facultades de la universidad.

2. Descripción del Proyecto

2.1 Objetivo general

Construir un modelo pedagógico para la enseñanza de la primera asignatura de programación, considerando la utilización de herramientas de aprendizaje virtual. Caso de estudio: Pensamiento Algorítmico de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.

2.2 Fases Metodológicas o conjunto de objetivos específicos

- Evaluar las propuestas pedagógicas actuales para la formación en los conceptos básicos, necesarios para programar, utilizados en otras instituciones a nivel nacional e internacional; tanto de manera presencial como de manera semipresencial y virtual.
- Analizar las concepciones de los alumnos y las institucionales sobre los objetivos pedagógicos y las herramientas didácticas en la asignatura *Pensamiento Algorítmico* de la Pontificia Universidad Javeriana.

- Definir un modelo pedagógico para la enseñanza de Pensamiento Algorítmico que sea aplicable en el contexto de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Validar la utilidad pedagógica del modelo por expertos en formación en ingeniería y retroalimentarlo con sus conceptos.

2.4 Método que se propuso para satisfacer cada fase metodológica

Fase Exploratoria

En esta fase se hizo una primera inmersión al tema y se desarrolló una investigación sobre los procesos de enseñanza aprendizaje de los principios de programación, la enseñanza en ingeniería y la enseñanza en ambientes virtuales de aprendizaje y eso responde al siguiente objetivo específico del proyecto:

- Evaluar las propuestas pedagógicas actuales para la formación en los conceptos básicos, necesarios para programar, utilizados en otras instituciones a nivel nacional e internacional; tanto de manera presencial como de manera semipresencial y virtual.

Metodología

Los estudios exploratorios van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste (Hernández, Fernández, & Baptista, 1999)

Teniendo en cuenta la dificultad que presenta la interdisciplinariedad del tema, era importante hacer, en primera instancia, una búsqueda exploratoria en las bases de datos indexadas para encontrar los artículos publicados reconocidos en el medio académico. Y, con estos, se hizo una búsqueda de referencias importantes en la literatura especializada. Los principales temas que se buscaron fueron los que se presentan a continuación:

- Modelos pedagógicos.
- Estrategias pedagógicas en facultades de ingeniería.

- Enseñanza virtual.
- Uso de AVAs en la formación.
- Perspectivas del estudiante de ingeniería.

En esta etapa se escribió el marco teórico del presente trabajo de grado.

Actividades

- Hacer búsquedas estructuradas y no estructuradas.
- Organizar los resultados de las búsquedas.
- Identificar modelos pedagógicos y variables comunes.
- Escribir marco teórico.

Fase Descriptiva

En esta fase se esperaba comprender el estado actual de los imaginarios de los estudiantes sobre el proceso formativo en la materia, el objetivo específico relacionado es, a saber, el siguiente:

- Analizar las concepciones de los alumnos y las institucionales sobre los objetivos pedagógicos y las herramientas didácticas en la asignatura *Pensamiento Algorítmico* de la Pontificia Universidad Javeriana.

Metodología

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Dankhe, citado en Hernández, Fernández y Baptista, 1999, pp. 61)

Por medio de la ejecución de un estudio descriptivo se pretende, en primera instancia, recoger los imaginarios de los estudiantes del curso de Pensamiento Algorítmico en lo que tiene que ver con el cumplimiento de los objetivos de la materia, la utilidad de la misma y sobre las metodologías y habilidades de los profesores. En segundo lugar, se quiere saber el tipo de metodologías y herramientas didácticas que utilizan los profesores en su clase. Y, en tercer lugar, se quiere saber de qué manera se está utilizando la plataforma *BlackBoard Learning System*TM.

Para lo anterior se hizo una selección de una muestra representativa de los estudiantes que están tomando la materia (150 estudiantes³) y del grupo de profesores encargados de la misma. Se les hicieron dos encuestas a los estudiantes después de la primera mitad del curso. El momento para el desarrollo de las encuestas fue determinante para saber los imaginarios creados por los estudiantes en el curso, y así lograr una muestra de la sensación que tienen los estudiantes de la manera de enseñar la materia y para que ya sean más claras las metodologías que fueron usadas a lo largo del curso. La información institucional se tomará a partir de la planeación que hace la facultad de la asignatura, es decir, el Syllabus de la asignatura, esta decisión se tomó porque se hizo necesario no solo afrontar la manera como la clase es percibida por los estudiantes sino también la manera como la facultad diseña y propone un curso de principios de programación.

Los datos de las entrevistas son tanto cuantitativos como cualitativos (ver sección 4). Dado que el objetivo es retomar los imaginarios se hace necesario tomar datos cualitativos, pero, como también interesa al proyecto de qué manera los alumnos perciben las habilidades docentes del profesor de ingeniería, entonces esos datos deben ser cuantitativos.

Actividades

De lo anterior se generan las actividades de esta etapa que se presentan a continuación:

- Planificar muestreo de las encuestas.
- Desarrollo de encuestas.
- Identificar dificultades de la enseñanza de Pensamiento algorítmico.
- Análisis de resultados.

Fase Correlacional

En esta fase del proyecto se diseñó y definió un modelo pedagógico específico, es la fase equivalente a la de desarrollo en una tesis de aplicación práctica, y responde al siguiente objetivo específico del proyecto:

³ Ver sección 4.

- Definir un modelo pedagógico para la enseñanza de Pensamiento Algorítmico que sea aplicable en el contexto de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.

Metodología

La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas. (Hernández, Fernández y Baptista, 1999, pp. 63)

Teniendo en cuenta que ya se tienen los criterios tanto de profesores como de estudiantes de la materia y un análisis de los modelos pedagógicos en el ámbito académico nacional e internacional, así como el análisis de los ambientes virtuales de aprendizaje. En esta etapa se diseñó un modelo pedagógico que facilite la enseñanza teniendo en cuenta esas variables.

En primer lugar, se hizo un análisis de los objetivos y de la estructuración actual de la materia Pensamiento Algorítmico para encontrar las características propias tanto de contenido como de metodología. En segundo lugar, se hizo una selección de las características de los modelos pedagógicos, encontradas en la literatura y bases de datos, teniendo en cuenta los intereses y características de la materia Pensamiento Algorítmico y las necesidades del Departamento de sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.. Por último se construyó el modelo pedagógico.

Actividades

- Hacer un análisis curricular de Pensamiento Algorítmico.
- Dar prioridad y clasificar las características de los modelos pedagógicos
- Construir esquema general del modelo.
- Escribir modelo pedagógico.

Fase de Evaluación

Para verificar la calidad y la utilidad del modelo es necesario evaluar y alimentar la guía con los criterios de expertos en el tema de la enseñanza de la ingeniería, esta fase corresponde al siguiente objetivo específico del proyecto:

- Someter a juicio de expertos en formación en ingeniería el modelo y retroalimentarlo con sus conceptos.

Metodología

Esta fase está dividida en dos partes, en la primera se hizo una revisión y corrección de estilo de parte del autor del modelo, en la que se confirmó la calidad gramatical y de contenido de los productos del proyecto. Y en la segunda parte se sometió a juicio de expertos en formación en ingeniería el modelo y se retroalimentó el modelo con sus sugerencias.

Actividades

- Hacer corrección de estilo y contenido sobre los entregables.
- Construir criterios para seleccionar expertos.
- Seleccionar expertos y contactarlos.
- Retroalimentar el modelo con los conceptos de los expertos.

II - MARCO TEÓRICO

2.1 Contextualización del objeto de estudio

El XX fue el más corto de los siglos. Comenzó, como sabemos, en 1914. Y acabó, como también sabemos, en 1989. Hay otra cosa que sabemos: el siglo que se nos vino encima, el XXI, será el de la racionalidad científico-tecnológica, el de la sociedad del conocimiento. O, para decirlo desde un principio, será el siglo de la educación. (Buendía et al., 1998)

La cita anterior hace parte de la Agenda de las Naciones Unidas para la educación vista en perspectiva para el siglo XXI, allí se resalta la importancia de la educación científico-tecnológica vista desde la perspectiva de la sociedad del conocimiento y la globalización. Las academias de ingeniería son espacios en donde se mezclan la racionalidad científico-tecnológica con la educación, por esta razón es que actualmente se está pensando, en primer lugar, en cómo se está haciendo, de tal manera que se puedan determinar experiencias exitosas y evaluar qué las hizo exitosas (Zinatelli & Dube, 1999). Y, en segundo lugar, en la pregunta por de qué manera se pueden hacer los procesos de enseñanza-aprendizaje más efectivos, teniendo en cuenta lo que la sociedad espera de los ingenieros (Ditcher, 2001) y las preferencias de los estudiantes (R. M. Felder, Felder, & Dietz, 2002), de tal manera que se pueda reducir la deserción de las diferentes carreras profesionales de ingeniería teniendo en cuenta las falencias pedagógicas que se evidencian en las principales facultades del mundo (Bernold, Spurlin & Anson, 2007) .

La dificultad de enseñar principios de programación

Diseñar un proceso de enseñanza aprendizaje que gire en torno a la programación es, y ha sido calificado siempre como una tarea de mucha dificultad, no sólo por la importancia y utilidad de las habilidades que se desarrollan en este proceso de aprendizaje, sino también por la importancia de esta habilidad en el mercado laboral (Robins, Rountree, & Rountree, 2003). La labor de planeación de un proceso de enseñanza aprendizaje sobre principios de programación es aún más compleja porque estas materias hacen parte del ciclo inicial de la formación de ingenieros, este ciclo es llamado CS1 en el currículo propuesto por *Computer Society of the Institute for Electrical and Electronic Engineers (IEEE-CS)* y la *Association for Computing Machinery*

(ACM)⁴ (Chang, Lau, & Srimani, 2001). La complejidad de esos procesos aumenta porque en estos ciclos se tienen en cuenta otros criterios como los presentados a continuación (Reges, 2006):

- “Una disminución de la satisfacción y matriculación de los estudiantes en los cursos introductorios de departamento.
- Una reducción en el número de aplicantes a la carrera, particularmente mujeres.
- Inconsistencia en la metodología de enseñanza, cada instructor intenta probar diferentes acercamientos.
- Una falta de habilidades de programación básicas que reportan los instructores de cursos adelantados.”⁵ (Reges, 2006)

2.2 Educación y modelos pedagógicos.

Para dar inicio a la discusión acerca de la enseñanza de la ingeniería es necesario comenzar por la definición de conocimiento para luego ir hacia la manera como se transmite el mismo para luego describir las dificultades de la construcción de un modelo pedagógico y la identificación de necesidades que debe intentar satisfacer una herramienta mediadora como lo son los AVAs. Una posible propuesta sobre la forma en que se conoce en la ingeniería es la presentada en el artículo *Knowledge transmission and engineering teaching* (Zhang & Cardella, 2010) en el cual se pretende, desde una mirada académica de la ingeniería, indagar la manera cómo se construye conocimiento sobre ingeniería en los hogares para, así, construir una manera más eficiente de transmisión de conocimiento de ingeniería en el aula de clases. Para los autores, y partiendo de la Arqueología del Saber de Michel Foucault (Foucault, 2007), existen dos tipos de conocimientos: el conocimiento adquirido por medio de las experiencias de enseñanza y aprendizaje, son habilidades puntuales que se adquieren por medio de la práctica; y *el conocimiento de sentido*

⁴ En este punto vale la pena aclarar que aunque es una propuesta para las ciencias de la computación no se limita a ellas pues desde su introducción se aclara que se habla de computación como una serie de herramientas transversales a toda profesión, de tal manera que va más allá de las ciencias de la computación. Y, también, se aclara que es solo un acercamiento que debe ser modificado para cada una de las instituciones teniendo en cuenta cada contexto (Cassel et al., 2008).

⁵ Traducción propia.

común (también nombrado por autores como Hansen *el conocimiento cultural*), que es aquel conocimiento que representa “una serie de diferentes sistemas epistemológicos en los que creemos y es el que nos ayuda a conocer y comprender el mundo”⁶ (Zhang & Cardella, 2010, pp. 1), además, se modifica en la medida que se genere nuevo aprendizaje y se aprendan nuevas habilidades.

La propuesta de generar primero una noción de conocimiento para luego generar formas de transmisión del mismo es de una gran importancia para el desarrollo del proyecto, dado que la construcción de un modelo pedagógico no está dada únicamente por el tema a transmitir. Como Bruce Joyce lo presenta en su libro *Modelos de Enseñanza* en donde escribe lo siguiente: “[l]os modelos de enseñanza descritos en este libro vienen de creencias acerca de la naturaleza del ser humano y de cómo éste aprende”⁷ (Joyce, citado en Phillips, 2003, pp. 232). Además, Phillips resalta que también es importante tener otras dos variables en cuenta a la hora de construir un modelo pedagógico y estas son, a saber, que es necesaria la psicología como apoyo, aunque eso no certifique buenos docentes, y que hay que tener en cuenta que los procesos de enseñanza y aprendizaje se desarrollan, generalmente, en instituciones, así que los modelos deben ser diseñados teniendo en cuenta los objetivos y metas de ésta y las herramientas didácticas que se esperan utilizar. A lo largo de la historia se han construido propuestas pedagógicas que apuestan por su propia noción de conocimiento. En esta sección del documento se hará un recorrido histórico de las principales corrientes, sin profundizar en cada una, pero se presenta a continuación una relación entre las diferentes teorías de aprendizaje de más relevancia en la historia (Conole, 2004):

Tabla 1: corrientes pedagógicas clásicas. Fuente: (Conole, 2004).

Teoría	Principales características	Literatura
Conductismo	- Se enfoca en la modificación del comportamiento por medio de la pareja	Skinner

⁶ Traducción propia.

⁷ Traducción propia.

	<p>estímulo-respuesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje por ensayo y error. - Aprendizaje por asociación y refuerzo. - Su enfoque pedagógico se enfoca en el control y la respuesta adaptativa. - Se enfoca en los resultados observables 	Tennant
Cognitivismo	<ul style="list-style-type: none"> - Se enfoca en las estructuras cognitivas internas; ve el aprendizaje como una transformación en esas estructuras. - Se enfoca en el desarrollo humano. - Su enfoque pedagógico es en el procesamiento y transmisión de información por medio de la comunicación, explicación, contraste, inferencia y resolución de problemas - Es útil para diseñar secuencias de material conceptual que se deba construir en estructuras de información existentes. 	Anderson Wenger Hutchins Piaget
Constructivismo	<ul style="list-style-type: none"> - Se enfoca en los procesos por los cuales el aprendiz construye su propia estructura mental cuando interactúa con su entorno. - Su enfoque pedagógico es orientado a tareas. - Tiene preferencia por actividades orientadas a la práctica y al autodireccionamiento. - Útil para ambientes de aprendizaje estructurados como los mundos simulados y para la construcción de estructuras conceptuales a través de las tareas autodirigidas. 	Papert Duffy y Jonassen
Aprendizaje basado en actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Se enfoca en las estructuras de las actividades como entidades construidas a través de la historia. - La acción ocurre utilizando artefactos mediadores en el marco de una actividad que tiene un amplio contexto sociocultural, unas reglas y una comunidad. - Su enfoque pedagógico es acortar la brecha entre el estado histórico de una actividad y el estado de desarrollo de una persona con respecto a esa actividad, por ejemplo, el estado actual del uso del lenguaje de un niño y la habilidad del niño para hablar un lenguaje. - La Zona de Desarrollo Próximo que 	Vygotsky, 1934. Wertsch, 1985. Engestrom, 1987.

	<p>es la idea de que evaluar la actividad actual en la adquisición del conocimiento está limitada en el potencial que un individuo puede desarrollar; entonces es mejor estudiarlo examinando las personas que trabajan a su lado.</p>	
Aprendizaje situado	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene en cuenta las interacciones sociales y considera el aprendizaje como una participación social. - El énfasis está puesto en las relaciones interpersonales que involucran la imitación y los modelos. - El lenguaje es considerado una herramienta para aprender y es la manera de construir y fortalecer conocimiento. - El lenguaje tiene dos funciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Como herramienta comunicativa o cultural utilizada para compartir, contrastar y fortalecer conocimiento. 2. Como una herramienta psicológica para organizar los pensamientos individuales, para razonar, planear y revisar nuestras acciones. - El dialogo entre tutor y estudiante puede ser articulado en 12 niveles de acción, interno y externo. - El conocimiento es una cuestión de competencias que debe ser valorada con su objetivo. Participar en la persecución de estos, por ejemplo, el afrontamiento activo. - Propone nuestra habilidad para experimentar el mundo y nuestra relación con él como significativa, es finalmente como el aprendizaje ocurre. 	<p>Mercer</p> <p>Vygotsky</p> <p>Laurillard</p> <p>Lave</p> <p>Wenger</p>
Aprendizaje experiencial (Problem Based Learning)	<ul style="list-style-type: none"> - La experiencia es el fundamento para el aprendizaje. - Aprender es la transformación de experiencias en conocimientos, habilidades, actitudes, valores y emociones. - La reflexión es la manera para transformar la experiencia. 	<p>Dewey</p> <p>Kolb</p> <p>Jarvis</p>

	<p>PBL(aprendizaje basado en problemas)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia: situación problema, identificación y definición. - Reunir y analizar información. - Teoría de la formación y prueba en la práctica. - Experiencias acumuladas a lo largo del recorrido académico (primaria y secundaria). - Razonamiento y reflexión. - Evaluación (Dewey, 1916) 	
Teoría de sistemas	<ul style="list-style-type: none"> - Se enfoca en el aprendizaje organizacional o en visualizar el desarrollo de los aprendices en respuesta a la retroalimentación 	<p>Senge</p> <p>Laurillard</p>

Propuesta de formación por competencias

La propuesta de formación por competencias es una nueva propuesta pedagógica que se enfoca en el “saber hacer”, sin embargo, va más allá de eso. El termino competencias surge desde el ámbito laboral como una forma de medir y caracterizar las habilidades de una persona para llevar a cabo un trabajo o para solucionar problemas(Dochy, 2003). De una manera más formal, Pabón, 2005 propone la siguiente definición:

“las competencias son pensadas como procesos que construyen, reconstruyen y afianzan las personas con el fin de comprender, analizar y resolver diferentes tareas y problemas de los entornos laborales, con conciencia reflexiva, autonomía y creatividad, buscando el crecimiento de la productividad de la organización desde la propia autorrealización personal, empleando de forma racional los recursos ambientales disponibles y teniendo en cuenta la complejidad e incertidumbre de la situación. Esta definición resalta el carácter complejo de las competencias, trascendiéndose su definición como saber hacer.”

Al ser un término tan complejo requiere una mayor preparación de parte de las instituciones que utilizan este paradigma, porque para valorar una competencia (evaluar o medir, estos términos son utilizados en los otros paradigmas para observar los avances) lo que se necesita son rúbricas o evidencias, que son hechos específicos observables. De tal manera que al construir una competencia también se debe relacionar con un hecho observable que permita intuir un nivel de fortalecimiento o estancamiento en la misma.

2.3 Educación virtual o educación a distancia

Para definir el concepto de *educación virtual* es importante resaltar las dificultades intrínsecas que tiene este concepto. En primer lugar, el término de *educación virtual* así como lo son *e-learning*, *flexible learning*, *external studies*, entre otros, está enmarcado en el término *educación a distancia*. Lo anterior hace que sea necesario limitar el significado que utilizaremos en el presente trabajo y, también, representa una dificultad en la variedad y cantidad de fuentes que se encuentran sobre el tema. En segundo lugar, teniendo en cuenta el auge de la educación virtual como posible forma de aumentar la cobertura en educación y ampliar la propuesta curricular de las instituciones (Ossa, 2002), la educación virtual no sólo trata sobre las herramientas que se utilizan sino que existen “una gran diversidad de propuestas metodológicas, estructuras y proyectos de aplicación de esa modalidad de enseñanza”(García Aretio, 2002).

Para hacer una definición de educación virtual se presenta, en primer lugar, un marco histórico del término de educación a distancia. En segundo lugar se muestran las características encontradas en distintos autores. En tercer lugar presento una definición de educación virtual y, por último, se muestran algunas características de los ambientes virtuales de aprendizaje.

Contexto histórico

Teniendo en cuenta las problemáticas planteadas anteriormente y las políticas generadas en torno a la necesidad de cubrir demanda de estudiantes y facilitar esos espacios de estudio, surgieron muchas posibles nuevas formas de entablar relaciones enseñanza-aprendizaje, entre ellas se encuentra *el aprendizaje a distancia*. En la tabla 2 se presenta la propuesta de Sherron y Boettcher en donde dividen la historia de este tipo de enseñanza en cuatro generaciones de acuerdo al tipo de tecnología que se utilizaba en cada una. Sin embargo, es importante decir que la cuarta generación, que fue llamada por Taylor *modelo de aprendizaje flexible* (Taylor, 2001) y que tiene como característica principal que toda la comunicación educativa ocurre por medio de la Internet, no ha terminado. Taylor incluso empieza a nombrar una quinta generación que llama

aprendizaje flexible inteligente y que tiene como característica que se incluyen bases de datos inteligentes y sistemas de respuesta automatizados.

Es a partir de la cuarta generación que se empieza a hablar de *educación virtual*.

Tabla 2: generaciones de TICs en la educación Fuente (Sherron & Boettcher, 1997).

	<i>Primera generación</i>	<i>Segunda generación</i>	<i>Tercera generación</i>	<i>Cuarta generación</i>
Rasgo principal	Una tecnología predominantemente	Múltiples tecnologías en ordenadores	Múltiples tecnologías incluyendo los ordenadores y las redes de los ordenadores	Múltiples tecnologías incluyendo el comienzo de las tecnologías computacionales de gran ancho de banda
Periodo de tiempo	1850 a 1960	1960 a 1985	1985 a 1995	1995 a 2005 (estimado)
Medios	<ul style="list-style-type: none"> • Papel impreso (1890+) • Radio (1930) • Televisión (1950-1960) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cintas de audio • Televisión • Cintas de video • Fax • Papel impreso 	<ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico, sesiones de chat y tableros de anuncios mediante el uso de ordenadores y redes de ordenadores • Programas de ordenador y recursos almacenados en discos, CD e internet • Audioconferencias • Seminarios y videoconferencias en aulas grandes mediante tecnologías terrestres, por satélite, cable o teléfono • Fax • Papel impreso 	<ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico, sesiones de chat y tableros de anuncios mediante el uso de ordenadores y redes de ordenadores además de transmisiones en gran ancho de banda para experiencias de aprendizaje individualizadas, personalizadas e interactivas por video y en directo • Programas de ordenador y recursos almacenados en discos, CD e

				<p>internet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Audioconferencias • Videoconferencias de escritorio mediante tecnologías terrestres, por satélite, cable o teléfono • Fax • Papel impreso
Características de la comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación en un sentido principalmente • Interacción entre la institución y el estudiante por teléfono o correo • Ocasionalmente apoyada por ayudas presenciales y tutores de alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación en un sentido principalmente • Interacción entre la institución y el estudiante por teléfono, fax y correo • Ocasionalmente apoyada por reuniones cara a cara 	<ul style="list-style-type: none"> • Significativa comunicación de banda ancha desde la institución a los estudiantes vía papel impreso, programas de ordenador y videoconferencias • Posibilidades de comunicación interactiva en dos sentidos, síncrona y asíncrona, entre la institución y los estudiantes y entre estudiantes • Internet facilita el acceso a textos, gráficos y pequeños videos 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidades de interacción bidireccional en tiempo real mediante audio y video • Comunicación asíncrona y síncrona entre la institución y los estudiantes y entre los estudiantes • Transmisión completa mediante video digital de 30 tramas por segundo con bases de datos de recursos con contenidos disponibles en Internet y la World Wide Web • Amplia programación de videos digitales disponibles bajo petición
Características y metas de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiante generalmente aislado de los miembros de la facultad y de 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor contacto entre la facultad y estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor contacto entre estudiantes y la facultad por medio de la comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor contacto entre estudiantes y la facultad por medio de la

	<p>otros estudiantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes debían ser de edad avanzada, altamente motivados y disciplinados • Los estudiantes generalmente se encuentran en educación básica o estudian para enriquecimiento propio • Ocasionalmente utilizado para grupos de estudiantes grandes y aislados con monitor o profesor en sitio. 	<p>por teléfono y ocasionalmente reuniones cara a cara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes generalmente están aislados, estudiando en su casa por sí mismo. • Estudiantes muy motivados y auto disciplinados • Los estudiantes generalmente se encuentran en educación básica, grados avanzados o estudian para enriquecimiento propio • Ocasionalmente utilizado para grupos de estudiantes grandes y aislados con monitor o profesor en sitio. 	<p>mediada por computador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento del contacto y colaboración entre estudiantes del mismo programa • Las tecnologías soportan el desarrollo de una comunidad de aprendizaje entre los estudiantes y la facultad • Aumento en las reuniones cara a cara o un aumento en los periodos de los encuentros. • Pueden estar trabajando en educación básica, grados avanzados, certificaciones profesionales o estudian para enriquecimiento propio • Es más posible la dirección y soporte por parte de la facultad. • Enfocado en desarrollar habilidades, conocimientos y actitudes 	<p>comunicación mediada por computador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el contacto entre otros estudiantes en el mismo programa • Las tecnologías soportan el desarrollo de una comunidad de aprendizaje entre los estudiantes y la facultad • Aumento en las reuniones cara a cara o un aumento en los periodos de los encuentros; también se hacen los encuentros cara a cara por videoconferencia • Pueden estar trabajando en educación básica, grados avanzados, certificaciones profesionales o estudian para enriquecimiento propio • Es más posible la dirección y soporte por parte de la facultad y se pueden soportar estudiantes menos soportados • Su objetivo es
--	---	---	--	--

				desarrollar habilidades, conocimientos y actitudes
--	--	--	--	--

Características de la educación a distancia

Para dar inicio a la definición de *educación virtual* vale la pena partir de una noción de lo que es la educación a distancia. Para comprender la *educación a distancia* García Aretio (2002) propone las siguientes características que se pueden encontrar en la mayoría de las definiciones hechas por distintos expertos en el tema:

- Separación profesor-alumno: una de las principales características que definen, desde su semántica (por el uso de la palabra ‘distancia’), este tipo de educación. Esta característica se refiere a la posibilidad de entablar relaciones enseñanza-aprendizaje sin la necesidad de compartir ni espacios geográficos ni tiempo. Se tienen entonces dos características, la posibilidad de no presencialidad y la de asincronismo, se trata de posibilidades, es decir, no necesariamente se trata de una formación que ocurre totalmente no presencial ni totalmente asincrónica. Ejemplos de esto son las herramientas como el chat, las videoconferencias, teléfonos, radio e incluso la mezcla de la no presencialidad con ciertos espacios presenciales (b-learning⁸).
- Utilización de medios técnicos: cuando se habla de medios técnicos no se hace referencia únicamente a las plataformas diseñadas para posibilitar la educación a distancia, también se refiere al material didáctico utilizado tanto en las plataformas (documentos, videos, presentaciones, entre otros) como en las cátedras presenciales. Es decir, acá se incluyen todos los medios diseñados para acortar las distancias entre logros y propósitos educacionales. “De los avances que se logren para facilitar un uso generalizado, inclusivo y equitativo de las TIC, dependerá la forma en que nuestros docentes se aproximen a ellas y el papel que éstas desempeñen en la transformación de la

⁸ Se habla de b-learning cuando se hace una combinación de educación virtual y presencial. Por ejemplo cuando aunque hay clases virtuales o una plataforma descrita en el anexo 1 también hay oportunidad de encuentros presenciales.

cotidianidad y de la cultura (...)”(Caballero Prieto, Prada Dussán, Vera Rodríguez, & Ramírez Calvo, 2007)

- Organización de apoyo-tutoría: la *educación a distancia* se encuentra entre la dependencia del *cara a cara* de estudiante y profesor, del sistema presencial clásico, y del aprendizaje en solitario (autodidáctica) que pueden facilitar los flujos de información que permite la Internet. De tal manera que permite el aprendizaje individual con apoyo institucional pero también permite el aprendizaje colaborativo, además, permite eliminar la verticalidad en las relaciones entre estudiantes y profesores porque se elimina la idea de que el profesor es el que debe enseñar a los otros y potencia el trabajo grupal. “Es básicamente el trabajo en equipo de numerosas personas con diferentes funciones el que hace posible ésta modalidad educativa a distancia”(García Aretio, 2002).
- Aprendizaje independiente y flexible: en este punto se hablan de dos características nuevas que se le agregan al aprendizaje que son la independencia y la flexibilidad. Se trata, en primer lugar, del aprendizaje independiente, que debe ser apoyado con metodologías y medios técnicos, que potencien el trabajo independiente⁹. La independencia puede ser entendida de dos maneras (Moore & Kearsley, 1996), por un lado la independencia con espacio temporal con respecto al instructor las cuales antes eran necesarias para que se generaran relaciones de enseñanza aprendizaje y también está la independencia en términos de que el estudiante toma decisiones en torno a su desarrollo y a su proceso formativo. En segundo lugar, sobre la flexibilidad, es la forma de asegurar un aprendizaje personalizado y que satisfaga las necesidades del alumno particular, desde la fecha de inicio de las actividades hasta la posibilidad de cambiar el ritmo de trabajo dependerá de la forma de aprender de él.
- Comunicación bidireccional: como una de las principales características de la educación a distancia se presenta (como ya se nombró anteriormente) la horizontalidad en las relaciones de enseñanza-aprendizaje, es decir, que el estudiante deja de ser un receptor de información y conocimiento para ser un constructor activo de los artefactos y de la

⁹ Para el propósito de esta investigación es importante diferenciar entre trabajo independiente a trabajo individual, porque mientras que el primero se refiere a la autonomía y no necesidad de encuentros cara a cara (Moore & Kearsley, 1996), el segundo se refiere a trabajo hecho solamente por una persona y esto no es necesariamente deseable, teniendo en cuenta las posibilidades de trabajo colaborativo, y las diferentes herramientas que permiten el trabajo grupal.

información transmitida. Para que esto ocurra es necesario asegurar la comunicación bidireccional (comunicación que también es deseable en la educación presencial), de tal manera que el estudiante pueda preguntar sobre el material o sobre un tema específico. Se considera para este trabajo que ya no basta con la bidireccionalidad, sino que para romper la verticalidad y permitir mayor flujo de conocimiento, se necesita una multidireccionalidad, es decir, que deben haber espacios para que los estudiantes se comuniquen entre sí y generen herramientas como debates, foros, wikis, entre otras herramientas de construcción de conocimiento colaborativo. Lo anterior es posible gracias a la mediación de los objetos didácticos y las plataformas utilizadas¹⁰.

- Enfoque tecnológico: se parte desde el principio de que la tecnología tiene en cuenta el saber hacer, saber qué se hace, por qué se hace y para qué se hace y por esta razón es que no está enfocada únicamente a los productos sino a la “*concepción procesual planificada, científica sistémica y globalizadora*” (Ossa, 2002) para facilitar y optimizar los procesos de distintas problemáticas específicas, en nuestro caso la de la educación. En este punto el autor menciona tres señales que pueden servir como indicadores para identificar errores en un planteamiento de la educación a distancia que muestro a continuación:

“a) Se improvisa en la planificación y ejecución del diseño, producción, distribución, difusión, etc., de los materiales y mensajes para el estudio.

b) Existe descoordinación en la interacción entre los distintos recursos personales y materiales de este sistema multimedia

c) Se produce incoherencia en la evaluación de los aprendizajes logrados en función de los propósitos, o en la evaluación del propio diseño y en la de los recursos o medios utilizados” (García Aretio, 2002)

¹⁰ Vale la pena resaltar que con esta idea se acercan la educación presencial y la de distancia porque esta multidireccionalidad sólo se puede dar organizadamente por el medio de una plataforma que genera virtualidad o distanciamiento.

Es importante considerar que con el avance y cobertura de las tecnologías, y con las inversiones en Latinoamérica en este tema, las dificultades anteriores también pueden aplicar a la educación presencial.

- Comunicación masiva: tal vez una de las oportunidades más claras de la educación a distancia es la cobertura. En la educación de este tipo, un mismo mensaje educativo puede ser recibido e interpretado por varias personas geográficamente dispersas, además, la estructura y contenido de los cursos se hace reutilizable y, al estar en constante retroalimentación, cada vez en mejora.
- Procedimientos industriales: una posible visión es definir la educación a distancia como una serie de técnicas de producción y distribución de objetos virtuales (materiales didácticos diseñados para la web), y la administración y coordinación de las actividades de los alumnos en un ambiente virtual de aprendizaje. Al pensar en la producción en masa de los cursos se vuelven más inflexibles y el alcance de los alumnos para controlar su aprendizaje es menor.

Una vez presentadas estas características identificadas como generales en la educación a distancia se incluye en la tabla 3 una relación entre los autores más representativos sobre el tema y las variables que tiene en cuenta cada uno para su definición. La idea es que la tabla brinde una visión general de las teorías actuales sobre la educación a distancia y que, además, permita observar cuáles son los autores más relevantes en cada una de las visiones o el que incluye todas las visiones.

<i>Características de la educación-enseñanza a distancia</i>								
	<i>Separación Prof.-alumno</i>	<i>Medios técnicos</i>	<i>Organización apoyo (tutoría</i>	<i>Aprendizaje independiente</i>	<i>Comunicación bidireccional</i>	<i>Enfoque tecnológico</i>	<i>Comunicación Masiva</i>	<i>Procedimientos industriales</i>
Casas Armengol	x	x						
Cirgiliano	x		x	x		x		
Flinck	x	x	x	x	x			
Fritsch	x	x						
Henri	x	x		x				
Holmberg	x	x	x	x	x	x	x	x
Jeffries <i>et al.</i>	x		x	x				
Kaye	x	x	x	x	x			x
Keegan	x	x	x	x	x		x	
Mckenzie y otros	x	x	x	x				
Marín	x	x	x	x	x	x	x	
Moore	x	x			x			
Perraton	x							
Peters	x	x	x	x			x	x
Rowntree	x	x	x					
Sarramona	x	x	x	x	x	x		
Wedemeyer	x							
Total	17	13	11	11	7	4	4	3

Tabla 3: referencias y educación virtual. Tomado de: (García Aretio, 2002)

Educación virtual

Teniendo en cuenta que la educación virtual es también educación a distancia, es difícil ver claramente las distinciones, sin embargo, es una educación a distancia en la cual se incluyen tecnologías de última generación (tabla 2 (Sherron & Boettcher, 1997)). Se habla de virtualidad no porque no sea real, pues tiene un valor similar a la educación presencial, sino por “las posibilidades de las herramientas de internet, que, en su uso articulado con la informática y dispositivos y otras redes de telecomunicación, poseen para representar y simular en formato digital, objetos, fenómenos y procesos, permitiendo con ello espacios virtuales de tipo educativo.” (Ortega Carrillo & Chacón Medina, 2009)

Para la educación virtual se definen ciertos elementos que la conforman que se presentan en la ilustración que está a continuación (Gutiérrez Rojas, 2004):

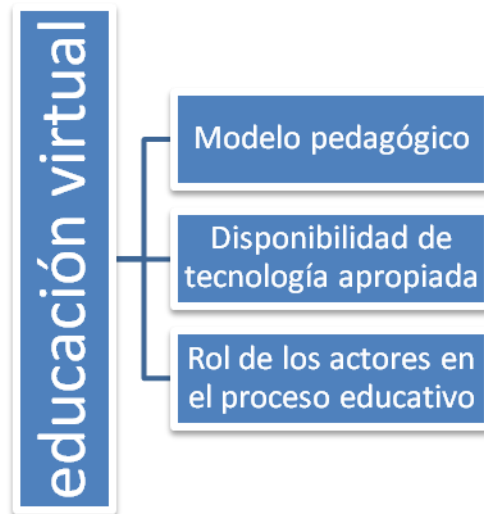


Ilustración 1: modelo pedagógico. Tomado de (Gutiérrez Rojas, 2004)

Como se ve en el esquema anterior, este tipo de educación tiene como uno de sus ejes la tecnología, en general, se habla de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) como la principal herramienta tecnológica, “en los que la tecnología red y el soporte www acogen diferentes herramientas, software, para la transmisión de los contenidos y la comunicación profesor-estudiantes y de éstos entre sí, sea de forma síncrona o asíncrona” (García Aretio, 2002).

Entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (AVA)

Aunque al hacer referencia a los AVA hablamos de herramientas tecnológicas es importante decir que al hacer parte del proceso de enseñanza-aprendizaje no son neutrales, es decir, así como modifican la interacción entre los estudiantes también modifican su encuentro con los conceptos y conocimientos que se quieren fortalecer. Además, es importante tener en cuenta que uno de los elementos necesarios para la construcción de modelos pedagógicos es tener como apoyo la psicología para comprender las diferentes interacciones y características de sus procesos, de tal manera que es necesario evidenciar de qué manera la mediación de un AVA puede modificar todo el proceso de enseñanza aprendizaje (Geils, 1984). En el Anexo 1 se presentan algunos tipos de AVAs de acuerdo a su uso, características psicoeducativas y potencialidad instruccional, esto con el objetivo de comprender los posibles usos de estas herramientas y la teoría detrás de cada uno.

2.4 Modelos pedagógicos en ingeniería.

Una vez presentadas las corrientes pedagógicas más influyentes para la construcción de metodologías actuales y el concepto de educación virtual y AVAs, se hace necesario empezar a explicar los modelos propios de la ingeniería como una disciplina con una gran trayectoria en las academias del mundo. Para ello se describirán las dos más importantes: en primer lugar el *Computing Curricula*, que es un marco curricular para las disciplinas que tienen que ver con computación, y la iniciativa CDIO, que es un marco de referencia para construcción de programas de ingeniería basándose en competencias.

2.4.1 Computing Curricula IEEE-CS y ACM

Contextualización

La ACM y la IEEE-CS, desde el año 1964 han ido construyendo un documento llamado *Computing Curricula*, en donde se proponen lineamientos y sugerencias para todos los programas de computación. Aunque inicialmente cada asociación generaba un documento diferente, en 1984 deciden construir y formar el primer *Computing Curricula* en conjunto, ese documento es publicado en 1991. De este año en adelante han salido tres revisiones diferentes

que actualizan y modifican ciertas características y sugerencias pero que tienen como base el del primer año.

Este documento parte de una noción de computación que se expresa en el texto *Computing as a Discipline* (Peter J et al., 1989) y que se hace necesaria para comprender las estructuras actuales de los programas de todas las disciplinas en las que se ha dividido la computación a lo largo de los años. Se define la disciplina de la computación de la siguiente manera:

“La disciplina de la computación es el estudio sistemático de los procesos algorítmicos que describen y transforman la información: su teoría, análisis, diseño, eficiencia, implementación y aplicación. La pregunta fundamental que subyace a toda la computación es ¿qué puede ser (eficientemente) automatizado?”¹¹ (ACM, 1991)

Con lo anterior se inicia una rama que no solo se limita a la ciencia de la computación sino que, a su vez, muestra la dificultad inmersa en esta disciplina que va cambiando tan rápido a lo largo de los años, por eso se defienden para la construcción de este documento catorce principios que están descritos de forma general a continuación (Chang et al., 2001) y (Cassel et al., 2008):

En computación

1. La computación es un campo amplio de estudio que va más allá de los límites de la ciencia de la computación. De tal manera que una propuesta que sólo incluyan la ciencia de la computación será insuficiente para cubrir con las necesidades actuales de las academias.
2. (Agregado en la versión del 2001) El *Computing Curricula* debe procurar por la identificación de habilidades y conocimiento fundamentales que todo estudiante de computación debe poseer. A pesar de todas las ramas de la computación, se deben sugerir los conceptos fundamentales que todo estudiante debe manejar en cada una.

¹¹ Es importante para el lector tener presente esta definición porque es partiendo de ella que surgen todos los programas de computación en Colombia.

3. (Agregado en la versión del 2001) El *Computing Curricula* debe esforzarse por tener alcance internacional. Aunque las necesidades curriculares difieren entre países, se espera que el documento sea útil para los educadores de la disciplina de la computación alrededor del mundo.
4. (Agregado en la versión del 2008) El *Computing Curricula* debe incluir prácticas profesionales actualizadas como componente integral del currículo de pregrado. Esto quiere decir que a lo largo del currículo se deben tener una serie de actividades que incluyan problemáticas de administración, ética, expresión oral y escrita, trabajo en grupo como parte de un equipo, entre otras.
5. Es importante que se tenga en cuenta que el ingreso a estudiantes a carreras que tienen que ver con computación han disminuido cerca del 50% comparándolas con el 2001. Por tal motivo es necesario que se presente la disciplina de la computación tan positiva como sea posible para los nuevos aspirantes.

En ciencia de la computación

6. La ciencia de la computación construye sus bases de una variedad amplia de disciplinas. Es decir, que los conceptos que deben ser utilizados por los estudiantes son provenientes de varias disciplinas; es el ingeniero el que debe estar en la capacidad de unir las diferentes teorías a la práctica.
7. El desarrollo de un currículo para ciencia de la computación debe ser sensible a los cambios en la tecnología, nuevos desarrollos en pedagogía y la importancia del aprendizaje para toda la vida. Es importante que se tenga en cuenta la gran cantidad de cambios y avances en esta rama de tal manera que en los estudiantes quede una necesidad de aprendizaje constante para que puedan adaptarse entre la tecnología de hoy y sean capaces de afrontar los retos del futuro.
8. (Agregado en la versión del 2008) el cuerpo de conocimiento requerido (per ejemplo las ciencias básicas) deben ser actualizadas de tal manera que reflejen los cambios en la disciplina.
9. (Agregado en la versión del 2008) El desarrollo del *Computing Curricula* debe incluir a diferentes actores de la sociedad (empresa, academia, sociedad civil) y ser abierta al

diálogo y a correcciones. También, debe incluir la mayor cantidad de academias de computación que sea posible.

10. (Agregado en la versión del 2008) El comité de revisión debe contar con la retroalimentación de la industria.

Diseño de cursos e implementación

11. La rápida evolución de la computación requiere una revisión constante de los currículos y de sus maneras de enseñar. Esto quiere decir que las facultades y asociaciones deben planear currículos flexibles y guías constantes para su cambio sin que esto afecte mucho el perfil propuesto.
12. (Agregado en la versión del 2001) El *Computing Curricula* debe ir más allá de las unidades de conocimiento para ofrecer guía significativa en términos del diseño individual de cursos. El documento no debe dar sólo nociones generales sobre la construcción de currículos sino que también debe generar modelos de asignaturas que implementen las unidades de conocimiento.
13. (Agregado en la versión del 2001) El cuerpo de conocimiento necesario debe ser lo más pequeño posible. Como la computación está creciendo constantemente así también crecerán los currículos de pregrado, pero, para evitar eso lo mejor es que se llegue a un consenso amplio de lo que es esencial en un pregrado.
14. (Agregado en la versión del 2001) El *Computing Curricula* debe incluir discusiones de estrategias y tácticas para su implementación en todos los niveles. Aunque la tarea del *Computing Curricula* es clara a la hora de pensar en la enseñanza de la computación, también se sabe que el éxito de cualquier currículo depende, en gran medida, de su implementación.

Estrategia

Ya se han presentado los principios que conforman la idea de construir un currículo, pero aún no se ha hecho explícito el objetivo general del documento y es, a saber, el de “proveer una guía curricular para implementar programas de pregrado en la disciplina de la computación”(ACM, 1991)

En este punto es claro que es un objetivo cuyo alcance es muy amplio y lo que se propone para cumplirlo es una estructura de áreas y asignaturas que tiene de fondo una propuesta pedagógica para la formación en esa disciplina. Es importante resaltar que el objetivo sólo habla de programas de pregrado y, asimismo, propone seis metas en los perfiles de las personas graduadas de pregrado que las universidades deben pensar a la hora de construir el currículo. Esos seis criterios son los siguientes(ACM, 1991):

- Proveer una cobertura general de la disciplina de la computación, de sus diferentes áreas y de la relación entre ellas.
- El programa debe articularse efectivamente con el marco intelectual que ofrece la institución en donde va a funcionar.
- Cada programa de pregrado tiene diferentes niveles de énfasis en diferentes objetivos de formación para el estudiante. Siempre procurando que esté preparado para afrontar los retos de la vida personal y profesional.
- Los programas de pregrado deben generar un ambiente en el cual los estudiantes están enfrentados a los problemas éticos y sociales que están asociados con el campo de la computación.
- Los programas de pregrado deben preparar a los estudiantes a aplicar su conocimiento a problemas específicos y producir soluciones. Esto incluye fortalecer las habilidades de definir el problema; determinar su trazabilidad; diseñar, implementar, probar, modificar y documentar el problema, entre otros.
- Los programas de pregrado deben dar suficiente teoría que subyace al campo de la computación, sembrando en los estudiantes la necesidad de investigar y construir más en el futuro.

De manera más específica y teniendo en cuenta que esta propuesta va más allá del diseño general del currículo propone unas áreas de estudio y unos procesos que funcionan como niveles de profundidad en cada área. Las áreas de estudio son enumeradas a continuación pero es importante señalar que por su actualidad son las presentadas en la versión del año 2008 (Cassel et al., 2008):

- Estructuras discretas (DS)
- Fundamentos de programación (PF)

- Algoritmos y complejidad (AL)
- Arquitectura y organización (AR)
- Sistemas operativos (OS)
- Computación en la red (NC)
- Lenguajes de programación (PL)
- Interacción humano-computador (HC)
- Graficas y computación visual (GV)
- Sistemas inteligentes (IS)
- Administración de la información (IM)
- Problemas sociales y profesionales (SP)
- Ingeniería de software (SE)
- Ciencia computacional (CN)

Así mismo, en la tabla 4 se presentan los niveles del proceso de aprendizaje y una serie de procesos cognitivos que se llevan a cabo en ese nivel. Es importante señalar que en este caso los niveles son ascendentes e indican la profundidad en el área.

Nivel	Categoría	Proceso cognitivo
1	Recordar	Reconocer, describir, enunciar
2	Entender	Interpretar, ejemplificar, clasificar, inferir, comparar, explicar, parafrasear, resumir
3	Aplicar	Ejecutar, implementar, computar, manipular, resolver
4	Analizar	Diferenciar, organizar, atribuir, discriminar, distinguir, sub- dividir
5	Evaluar	Cotejar, criticar, comparar, contrastar

6	Crear	Generar, planear, producir, innovar, idear, diseñar, organizar
---	-------	--

Tabla 4: niveles del proceso de aprendizaje ACM/IEEE-CS. Tomado de (Cassel et al., 2008)

Para el seguimiento de estos niveles la IEEE-CS Latinoamérica, y como parte de un trabajo colaborativo entre sus miembros que aún no está terminado, se ha diseñado una primera versión de una matriz en donde se presentan las competencias por cada una de las áreas y un porcentaje dedicado por materia a fortalecer cada una de ellas. Esta matriz es una forma de hacer rastreo de competencias por programa pero no logra profundizar en los objetivos pedagógicos de la misma ni en sus actividades. La propuesta entonces es que por medio de porcentajes de tiempo se pueda llegar a una comparación de los currículos entre diferentes instituciones sin la necesidad de llegar a la misma nomenclatura de sus asignaturas y áreas. A continuación se presenta la tabla mencionada:

	Discrete Mathematics	Programming	Databases	Internet Commerce	..	Seminars	Final Project	TOTAL Expressed as percentage of a course
Common Competences								250%
C1	50%	20%	10%				30%	110%
C2		20%	30%	40%			30%	140%
...								...
C25								...
Computer Science Competences								120%
CS1		10%	4%					14%
CS2			5%	2%		4%		11%
...								...
Software Engineering Competences								500%
...								...
Information Systems Competences								200%
...								...
Computer Engineering Competences								230%
...								...
Information Technology Competences								25%
...								...
Course total	100%	100%

Ilustración 2: IEEE-CS tabla de competencias en currículos. Tomada de (IEEE, 2010)

2.4.2 CDIO (Conceiving — Designing — Implementing — Operating process)

La propuesta CDIO que fue desarrollada inicialmente por el MIT y otras cincuenta universidades del mundo, actualmente son colaboradores de CDIO más de 60 instituciones en más de 25 países. CDIO “fue desarrollada teniendo en cuenta las perspectivas de académicos, industriales, ingenieros y estudiantes. Es universalmente adaptable para todas las escuelas de ingeniería y está siendo adoptada por un número creciente de instituciones de educación en ingeniería del mundo.”¹² (CDIO, 2011a) Al ser esta una iniciativa abierta y adaptable maneja todo vía web en la

¹² Traducción propia.

siguiente página: www.cdio.org. Y en esta página también se presentan los objetivos generales de la iniciativa, que son, a saber, los siguientes:

- “Educar a los estudiantes para perfeccionar un conocimiento práctico más profundo de los fundamentos técnicos.
- Educar a los ingenieros para liderar la creación y operación de nuevos productos y sistemas.
- Educar a los futuros investigadores a entender la importancia y valor estratégico de su trabajo” (CDIO, 2011a)

Contextualización

Vemos que a diferencia del *Computing Curricula*, CDIO no está enfocado únicamente en las disciplinas computacionales sino que tiene como objetivo impactar a todas las ingenierías desde su forma de formar. Es importante también decir que el CDIO es una propuesta curricular que impacta todos los actores de la academia y, asimismo, requiere cambios y modificaciones en cada uno de los niveles (Yi, Liao, Zhou, Chen, & Qin, 2010). Como parte de su propuesta, CDIO propone doce estándares con cuatro ideas que se son, en primer lugar, sean claras y definidas las características de un programa CDIO. En segundo lugar se espera que estos doce estándares sean guías para la reformulación y evaluación de los programas ofrecidos por las instituciones. En tercer lugar, se quieren crear puntos de referencias y metas con alcance mundial. Y, por último, se quiere proveer un marco de referencia para el continuo mejoramiento de las academias y los programas de ingeniería (CDIO, 2011a). Estos estándares están enmarcados en una visión general (estándar 1) y buscan trabajar los siguientes cinco niveles de la institución:

- Currículo
- Espacios de trabajo
- Enseñanza y aprendizaje
- Competencia de la facultad
- Evaluación

Para comprender un poco más acerca de la manera como CDIO propone afectar los procesos de enseñanza aprendizaje en la ingeniería y cómo afecta a cada uno de los actores y de los niveles, se presentan a continuación los doce estándares de CDIO (CDIO, 2011b)¹³, cada estándar tiene cuatro partes y son, a saber, el estándar, una descripción, una razón y unas evidencias:

Estándar 1: CDIO como contexto.

“Adopción del principio de que el producto y el desarrollo y despliegue del ciclo de vida (concebir, diseñar, implementar y operar) son el contexto para la educación en la ingeniería” (CDIO, 2011b)

Descripción: CDIO (concebir, diseñar, implementar y operar) es considerado para esta propuesta como el contexto en el cual se va a desarrollar la educación en ingeniería. Esto sin olvidar que también las habilidades técnicas son enseñadas, practicadas y aprendidas dentro de un marco del contexto cultural, social y ético.

En este punto se hace necesaria la explicación de cada una de las etapas del ciclo CDIO y cada una se define a continuación:

- Concebir: esta etapa incluye definir lo que el cliente necesita teniendo en cuenta la tecnología, la estrategia empresarial y las regulaciones gubernamentales. También incluye desarrollar un plan conceptual, técnico y de negocios que busque dar solución a la problemática identificada.
- Diseñar: esta etapa se enfoca en crear el diseño, es decir, crear los planos, los dibujos y algoritmos que describen lo que va a ser implementado.
- Implementar: se refiere a la transformación del diseño en el producto, eso incluye, manufactura, decodificación, pruebas y validación.

¹³ Los estándares presentados en este trabajo son una comprensión propia que es el resultado de la investigación y no es únicamente una traducción de los mismos, en la página de CDIO se encuentran los estándares para consulta del lector. Sin embargo, es importante aclarar que su base es, sin lugar a duda, los estándares originales.

- Operar: en esta etapa se espera utilizar el producto implantado para entregar los valores deseados, esto incluye mantenimiento, evolución y retiro del sistema.

Razón: los ingenieros principiantes deben tener la capacidad de concebir-diseñar-implementar-operar productos y sistemas complejos en ambientes modernos que tienen como base los equipos de trabajo. También deben estar en capacidad de aportar, opinar y contribuir en cualquier proceso de desarrollo de productos.

Evidencia:

- “Una propuesta de misión, o cualquier otro documento aprobado por los cuerpos responsables indicados que describe el programa como parte del programa CDIO
- La facultad y los estudiantes deben articular el principio CDIO” (CDIO, 2011b)

Currículo

Estándar 2: resultados del Syllabus CDIO.

“Resultados específicos y detallados de las habilidades de construcción personales, interpersonales y de producto que sean consistentes con los objetivos del programa y que sean validados por los stakeholders del programa” (CDIO, 2011b)

Descripción: los conocimientos, habilidades y actitudes que se esperan de un ingeniero graduado vistas como resultados del aprendizaje están organizadas en el Syllabus CDIO. Estos resultados de aprendizaje también se pueden llamar *objetivos de aprendizaje* y es lo que los estudiantes deberían poder hacer al final de su pregrado. El Syllabus CDIO (ver anexo 6) está dividido en cuatro secciones que se describen a continuación:

- Sección 1: *conocimiento y razonamiento disciplinar*. Esta sección se refiere tanto al conocimiento básico científico y matemático como al núcleo de conocimiento de cada una de las ingenierías, así como también al conocimiento avanzado y especializado de cada una.

- Sección 2: *competencias y atributos personales y profesionales*. Esta sección se enfoca en el desarrollo cognitivo y afectivo de cada estudiante (personal), por ejemplo, habla de razonamiento en ingeniería y solución de problemas, experimentación y descubrimiento del conocimiento, ética profesional, entre otros.
- Sección 3: *competencias interpersonales: trabajo en equipo y comunicación*. Esta sección se enfoca en las interacciones individuales y grupales, ya no es un enfoque personal sino que se le da un enfoque social que posibilita el análisis de competencias tales como trabajo en equipo, liderazgo, comunicación, entre otras.
- Sección 4: *concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto de la empresa, la sociedad y el medio ambiente–el proceso de innovación*. Esta sección se enfoca en las capacidades de innovación que se esperan de un ingeniero y de la capacidad que tiene de afectar en su contexto por medio de estas. En esta sección se muestra cómo el producto pasa por esas cuatro fases (CDIO) y de qué habilidades se requieren para asegurar ese paso a través de ellas.

Cada uno de estos resultados de aprendizajes serán revisados continuamente por los stakeholders seleccionados que muestran interés y son impactados en distintas maneras por la ingeniería¹⁴. Es importante también, decir que cada una de estas secciones está alineada con las nociones que la UNESCO da para los programas de pregrado y son correspondientemente las siguientes:

- Saber aprender.
- Saber ser.
- Saber vivir juntos.
- Saber hacer.

Razón: proponer resultados de aprendizaje específicos ayuda a hacer seguimiento de que los estudiantes estén adquiriendo las habilidades que necesitan para su futuro. Aunque los

¹⁴ Vale la pena resaltar esto como una característica que hace que el modelo CDIO sea dinámico y modificable en cualquier momento de acuerdo al contexto, lo que lo diferencia del *Computing Curricula* que parece ser más una plantilla a la que las instituciones siguen para ser un programa completo y de alta calidad en las disciplinas de la computación. Además, esta característica nos habla un poco de la inclusión de actores y la nueva necesidad de unir los distintos actores para el desarrollo regional (National Academy Engineering, 2005)

conocimientos específicos técnicos y tecnológicos importan, es más difícil y prioritario formar en habilidades y actitudes sin dejar de lado los conocimientos. La propuesta es que las instituciones puedan no sólo asegurar conocimientos sino que también aseguren otros resultados de aprendizaje.

Evidencia:

- “Resultados de aprendizaje que incluyan conocimiento, competencias y atributos de los ingenieros graduados
- Resultados de aprendizaje validados por el contenido y el nivel de competencia por los stakeholders claves (por ejemplo, facultad, estudiantes, alumnos y representantes de la industria)”(CDIO, 2011b)

Estándar 3: currículo integrado.

“Un currículo diseñado con apoyo de diferentes disciplinas, con un plan explícito para integrar las competencias personales, interpersonales y de producto y construcción” (CDIO, 2011b)

Descripción: Un currículo CDIO incluye experiencias de aprendizaje que permitan la adquisición, el fortalecimiento y la integración de las competencias presentadas en el estándar 2 (personales, interpersonales y de producto y construcción) y esa integración se hace por medio del contenido disciplinar. Las asignaturas disciplinares se dan soporte mutuo cuando hacen explícitas las conexiones entre sus temas y sus resultados de aprendizaje. Un plan explícito debe identificar las maneras por las cuales la integración de las competencias CDIO y las conexiones multidisciplinarias se deben hacer.

Razón: formar en las competencias descritas en el estándar 2 no debe ser tomado como una adición a un currículo existente, sino que tiene que ser claro que esta formación debe ser una parte integral del mismo. Para formar en estas competencias y en el conocimiento disciplinar se hace necesario que tanto el currículo como las experiencias de aprendizaje tengan esa doble intención. El papel de las facultades entonces es decidir el currículo sugiriendo vínculos disciplinares así como sugerir cuáles competencias CDIO pueden fortalecerse en qué asignatura.

Evidencia:

- “Un plan documentado que integre las competencias CDIO con el contenido técnico y disciplinar y esto genere los vínculos entre disciplinas adecuados.
- Se deben incluir resultados de aprendizaje CDIO en cursos y actividades co-curriculares.
- Reconocimiento por parte del estudiante y de la facultad de que el aprendizaje CDIO se refleja en el currículo.” (CDIO, 2011b)

Estándar 4: introducción a la ingeniería

“Es un curso introductorio que les da el marco de referencia para la práctica de la ingeniería en producto y construcción de sistemas y, a su vez, introduce competencias básicas personales e interpersonales” (CDIO, 2011b)

Descripción: El curso de introducción a cada ingeniería debe proveer un marco de referencia a la práctica de ingeniería. Este marco aborda desde una generalidad del conocimiento disciplinar, aplicado a algunas tareas de la profesión, hasta la práctica de la ingeniería por medio de la resolución de problemas y desarrollo de trabajo en equipo. Es importante destacar también que el curso introductorio debe permitir fortalecer las habilidades personales e interpersonales básicas que son esenciales para dar inicio al programa.

Razón: los cursos introductorios tienen como objetivo principal entusiasmar al estudiante y engancharlo a la carrera y como el estudiante en la mayoría de los casos entra a estudiar ingeniería para construir artefactos (Geils, 1984) es importante también que el curso introductorio aproveche ese interés y lo explote diseñando actividades que lo permitan.

Evidencia:

- “Las experiencias de aprendizaje que introduzcan habilidades esenciales de todos los tipos, es decir, personales, interpersonales y de construcción de producto y de sistemas.
- Adquisición de parte de los estudiantes de los resultados CDIO presentados en el estándar 2.

- Alto nivel de interés de los estudiantes en su campo de estudio que se pueden demostrar, por ejemplo, con la selección de asignaturas electivas después del curso en esos temas” (CDIO, 2011b)

Espacios de trabajo

Estándar 5: experiencias de diseñar-construir

“Un currículo que incluya dos o más experiencias de diseñar-construir, incluyendo una en nivel básico y otra en un nivel avanzado” (CDIO, 2011b)

Descripción: el termino de experiencia de diseñar-construir denota una serie de actividades de ingeniería, de desarrollo de nuevos productos y sistemas que pasan a ser el centro de la formación en ingeniería. En estas actividades se espera que el estudiante fortalezca todas las competencias nombradas en el estándar 1 por medio de la aplicación de conocimientos disciplinares en la construcción de productos y sistemas. Las experiencias pueden ser clasificadas como básicas o avanzadas en términos de su alcance, complejidad y secuencia en el programa (es decir, en qué punto del avance del currículo se lleva a cabo este tipo de experiencias).

Razón: las experiencias de diseñar-construir tienen como principal objetivo promover el éxito de las actividades de la ingeniería. La idea es que su nivel vaya aumentando de acuerdo al avance del estudiante y, asimismo, se vaya reforzando en él la comprensión del proceso de desarrollo de un producto o un sistema. Por último cabe resaltar que el énfasis debe estar dado en construir e implementar productos en contextos de la vida real, lo que le da al estudiante la oportunidad para hacer conexiones entre el contenido técnico que están aprendiendo y sus intereses personales y de carrera.

Evidencia:

- “Son necesarios dos o más experiencias de diseñar-construir a lo largo del currículo (por ejemplo, como parte de un curso introductorio y un curso avanzado)
- Son necesarias las oportunidades co-curriculares [entre diferentes materias] para esas experiencias de diseñar-construir.

- Experiencias de aprendizaje concretas que proveen las bases para el aprendizaje subsecuente de habilidades disciplinares” (CDIO, 2011b)

Estándar 6: Espacios de trabajo CDIO

“Los espacios de trabajo y laboratorios que soportan y fomentan el aprendizaje práctico¹⁵ de la construcción de un producto o sistema, conocimiento disciplinar y aprendizaje social” (CDIO, 2011b)

Descripción: así como hay espacios definidos para distintos tipos de espacios de aprendizaje como por ejemplo los espacios de clase y los de seminarios. La ingeniería también necesita unos salones que permitan el fortalecimiento de las competencias para construir productos o sistemas. Estos espacios deben permitir el aprendizaje práctico, en el cual los estudiantes se comprometen con su propia formación por medio del aprendizaje social y de las interacciones entre ellos.

Razón: los espacios de trabajo y otros ambientes de aprendizaje son fundamentales como soporte del aprendizaje práctico dado que son necesarios para los procesos de diseño, construcción y prueba de productos. Los estudiantes que tienen acceso a espacios de trabajo con tecnologías de punta tienen más oportunidades de desarrollar las habilidades, conocimientos y actitudes que soportan la construcción de sistemas y productos.

Evidencia:

- “Espacios adecuados equipados con herramientas de ingeniería moderna.
- Espacios de trabajo que están centrados en el estudiante, son amigables al usuario, accesibles e interactivos
- Altos niveles de satisfacción entre la facultad, los empleados y los estudiantes” (CDIO, 2011b)

Enseñanza y aprendizaje

¹⁵ Se traduce “hands-on learning” por aprendizaje práctico por su sentido, se quiere evitar acá la equivalencia con aprendizaje activo.

Estándar 7: experiencias de aprendizaje integradas

“Experiencias de aprendizaje integradas que permitan la adquisición de conocimiento disciplinar, así como personal, interpersonal y de construcción de producto y sistemas” (CDIO, 2011b)

Descripción: las *experiencias de aprendizaje integradas* son actividades pedagógicas que relacionan el contexto social de la ingeniería con el conocimiento disciplinar. Tienen como objetivo principal fortalecer del mismo modo tanto los conocimientos disciplinares como y permiten fortalecer las competencias en un contexto laboral y social.

Razón: el diseño de currículo (estándar 2) y los resultados del aprendizaje (estándar 3), solo pueden ser llevados a cabo si se tienen prácticas pedagógicas específicas que incorporen tanto el conocimiento disciplinar como las personales, las interpersonales, y las de construcción de productos o sistemas. Con unas experiencias integradas las facultades aseguran de una manera más certera que los estudiantes apliquen los conocimientos de ingeniería de la manera como el mercado lo está necesitando, es decir, más allá de lo técnico.

Evidencia:

- “integración de los resultados CDIO y sus habilidades en las experiencias de aprendizaje
- Involucramiento directo de la facultad de ingeniería en la implementación de experiencias de aprendizaje integradas.
- Involucramiento de la industria y otros stakeholders en el diseño de experiencias de aprendizaje” (CDIO, 2011b)

Estándar 8: aprendizaje activo¹⁶ .

“Los procesos de enseñanza aprendizaje deben estar basados en métodos activos y experienciales” (CDIO, 2011b)

¹⁶ Active learning.

Descripción: las prácticas de aprendizaje activo deben enfrentar al estudiante directamente con el proceso de pensamiento y con actividades de solución de problemas. De tal manera que se espera que haya un menor énfasis en la transmisión de la información y un mayor énfasis en la manipulación, aplicación, análisis y evaluación de las ideas¹⁷. Teniendo en cuenta lo anterior, en el aprendizaje activo se le da una nueva importancia al trabajo en grupos porque se rescatan los métodos como las demostraciones y los debates, entre otros. Vale la pena decir también que el aprendizaje activo es experiencial cuando los estudiantes toman roles que les corresponderán en la vida profesional.

Razón: hacer que los estudiantes piensen en los conceptos y los vean de manera crítica y, además, enfrentarlo directamente a las prácticas y problemas no sólo asegura un mejor aprendizaje y por más tiempo sino que, también, nos asegura un proceso de metacognición, es decir se genera la necesidad para la respuesta a la pregunta de ¿cómo aprendo yo? En cada uno de ellos. Asimismo la motivación del estudiante hacia el programa aumenta porque ve que este está afectando su vida directamente.

Evidencia:

- “Implementación exitosa de actividades que tengan como metodología el aprendizaje activo y su documentación (...).
- Una mayoría de los instructores haciendo prácticas de aprendizaje activo.
- Una apropiación de alto nivel de los estudiantes de los resultados de aprendizaje CDIO.
- Altos niveles de satisfacción de los estudiantes con los métodos de enseñanza.” (CDIO, 2011b)

Competencia de la facultad

Estándar 9: mejora de las facultades en las competencias CDIO

¹⁷ Vale la pena de nuevo hacer un enfrentamiento al *Cumputing Curricula* que si bien tiene competencias sociales, no habla específicamente de la divergencia de ideas y es ésta una de las características que le dan un perfil más innovador y crítico a los currículos propuestos por CDIO (E. F. Crawley, Malmqvist, & Östlund, 2007).

“Acciones que mejoren las competencias de la facultad en las habilidades personales, interpersonales y de construcción de productos y sistemas” (CDIO, 2011b)

Descripción: un programa CDIO debe permitir y facilitar los espacios para que todos los miembros de la facultad mejoren en sus competencias tanto disciplinares como personales, interpersonales y de construcción de productos y sistemas. Además, debe estar interesada en que cada vez se abran más espacios que pueden incluir trabajos conjuntos con otras facultades o con empresas.

Razón: el razonamiento para este estándar es un ejercicio de búsqueda de coherencia, pues propone que si una facultad espera formar con un currículo integrado con las habilidades disciplinares, personales, interpersonales y de construcción de productos y sistemas (ver estándares 3, 4, 5, y 7), entonces también es necesario que sea competente en esas habilidades. Estas habilidades también deben estar enfocadas en la práctica de la ingeniería en diversos contextos sociales.

Evidencia:

- “La mayoría de personas de la facultad son competentes en las habilidades disciplinares, personales, interpersonales y de construcción de productos y sistemas y eso es demostrable.
- Un gran número de los profesores de la facultad con experiencia en empresas.
- Aceptación de la universidad del desarrollo profesional en estas habilidades en sus evaluaciones de facultad, prácticas y sus políticas de contratación.
- Inversión de recursos por parte de la facultad para el fortalecimiento de estas competencias” (CDIO, 2011b)

Estándar 10: Mejora de las habilidades de enseñanza en la facultad

“Acciones que fortalezcan en la facultad la capacidad de proveer experiencias de aprendizaje integradas utilizando métodos de aprendizaje activo y experiencial y en evaluar el aprendizaje del estudiante.”(CDIO, 2011b)

Descripción: un programa CDIO debe apoyar a la facultad a mejorar su capacidad en la construcción de experiencias de aprendizaje integradas (estándar 7), aprendizaje activo y experiencial (estándar 8) y con esto se debe apoyar también la investigación en la evaluación de estas habilidades. Es importante acá decir que cada facultad y cada programa tienen un contexto único y particular y es a partir de este que se debe apoyar y construir.

Razón: los profesores y todos los miembros de la facultad deben estar en constantes procesos de investigación en tendencias pedagógicas y en diseño de prácticas que faciliten y afiancen los conocimientos. Esto teniendo en cuenta lo descrito en los estándares 7, 8 y 11.

Evidencia:

- “Se puede demostrar que la mayoría de los profesores son competentes en enseñanza, aprendizaje y métodos de evaluación.”¹⁸
- Aceptación de la enseñanza efectiva por parte de la facultad en sus evaluaciones, prácticas y políticas de contratación,
- Inversión de recursos por parte de la facultad para el fortalecimiento de estas competencias” (CDIO, 2011b)

Evaluación

Estándar 11: evaluación de las competencias CDIO

“Evaluar el aprendizaje del estudiante en las competencias personales, interpersonales y de construcción de productos y sistemas, así como el conocimiento disciplinar”(CDIO, 2011b)

Descripción: la evaluación del aprendizaje de los estudiantes es una medida de si han logrado o no los resultados de aprendizaje deseados. Esto quiere decir que en cada uno de los cursos deben ser claros los resultados de aprendizaje desde el primer momento y para alcanzarlos se deben planear actividades como las que se nombran en los estándares 7 y 8.

¹⁸ Como ya hemos visto CDIO sugiere, como parte del proceso de incorporar un programa a su plan, una serie de demostraciones como evidencias. Es importante aclarar que decidir y planear la manera cómo eso se va a demostrar hace parte también de la tarea que adquiere la facultad al optar por CDIO.

Razón: si se pone como objetivo del programa formar en competencias personales, interpersonales y de construcción de productos y sistemas y en el conocimiento disciplinar se hace necesario diseñar una manera de evaluar el proceso de enseñanza aprendizaje. La propuesta va encaminada a pensar en innovaciones de la evaluación para cada uno de los resultados de aprendizaje esperados, por ejemplo, algunos conocimientos disciplinares se pueden evaluar con pruebas orales o escritas pero para las habilidades sociales sería necesario ver por ejemplo un video.

Evidencia:

- “Los métodos de evaluación corresponden apropiadamente a los resultados CDIO.
- Hay una exitosa implementación de los métodos de evaluación.
- Un gran número de instructores utilizan los métodos de evaluación apropiados.
- Determinación de los logros de los estudiantes sobre la base de datos válidos y confiables.” (CDIO, 2011b)

Estándar 12: evaluación del programa CDIO

“Un sistema que evalúa programas teniendo en cuenta estos doce estándares y provee retroalimentación a los estudiantes, facultad y otros stakeholders con la idea del continuo mejoramiento”(CDIO, 2011b)

Descripción: la evaluación del programa es la manera de evidenciar el progreso del programa hacia sus metas. Un programa CDIO debe ser evaluado teniendo en cuenta estos doce estándares desde la perspectiva de los diferentes stakeholders. Una vez terminado el proceso de recolección de información se pueden tomar decisiones acerca del programa y sus planes por el mejoramiento continuo.

Razón: la evaluación de un programa tiene dos grandes objetivos. En primer lugar comprueba la eficacia y la eficiencia del programa y de sus modos de enseñar. Y, en segundo lugar, sirve para tomar decisiones estratégicas que hagan que la facultad soporte los cambios y el tiempo.

Evidencia:

- “Una variedad de métodos de evaluación utilizados para recolectar información de los estudiantes, instructores, líderes de programas y otros stakeholders.
- Un proceso de mejoramiento continuo y documentado que se base en los resultados de la evaluación del programa.
- Cambios guiados por los datos como parte del proceso de mejoramiento continuo.”
(CDIO, 2011b)

Metodología

La iniciativa CDIO fue diseñada con el objetivo de que sea adaptable a cada uno de los programas ya existentes de tal manera que se impacten los niveles presentados anteriormente pero construyendo desde lo que ya se tiene y empoderando cada una de las características del programa ya propuesto. Según CDIO no hay nadie que conozca más el contexto en el cual se desenvuelve un programa y sus egresados que las mismas facultades que ya están liderando programas (E. Crawley, Malmqvist, & Lucas, 2011) por esta razón esta evaluación la deben hacer personas de la facultad que dediquen tiempo a ésta y no sea sólo una tarea extra dentro de las ocupaciones generales (Yi et al., 2010).

En la ilustración 3 se presenta el diagrama del proceso de adopción a CDIO, que es una manera de explicar de qué manera se puede adoptar CDIO en una institución con programas ya creados. Vale la pena recordar que esto también es modificable y adaptable de acuerdo al contexto de cada institución, pero este diagrama es resultado de la experiencia acumulada por los colaboradores de CDIO (CDIO, 2011c) que puede servir de guía para las instituciones. De su experiencia los colaboradores muestran que lo mejor es llevar a cabo los procesos en cuatro niveles que se presentan a continuación:

1. (Concebir) Contexto de la educación de la ingeniería: se da inicio con adoptar e incluir en los principios de los programas la propuesta CDIO y conocer las competencias y habilidades presentadas en el Syllabus CDIO.
2. (Diseñar) Conocer el estado actual del programa: se debe responder a la pregunta ¿en dónde estamos?, se deben revisar en este nivel el currículo, el uso y la infraestructura de los espacios de trabajo, la propuesta pedagógica de la facultad y la evaluación y medición

de los resultados, además de hacer evaluación sobre lo presentado e identificado en el Syllabus CDIO.

3. (Implementar) Identificar y proponer: en este nivel se espera que, por medio de la revisión, se identifiquen puntos de mejora y se planteen objetivos específicos. Asimismo, se espera que se planeen maneras para lograr los objetivos de mejoramiento y se planteen formas de medición.
4. (Operar) Operación del programa: durante la operación del programa y el avance en el alcance de las metas es importante estar identificando maneras de fortalecer cada una de las estrategias y partes del programa.

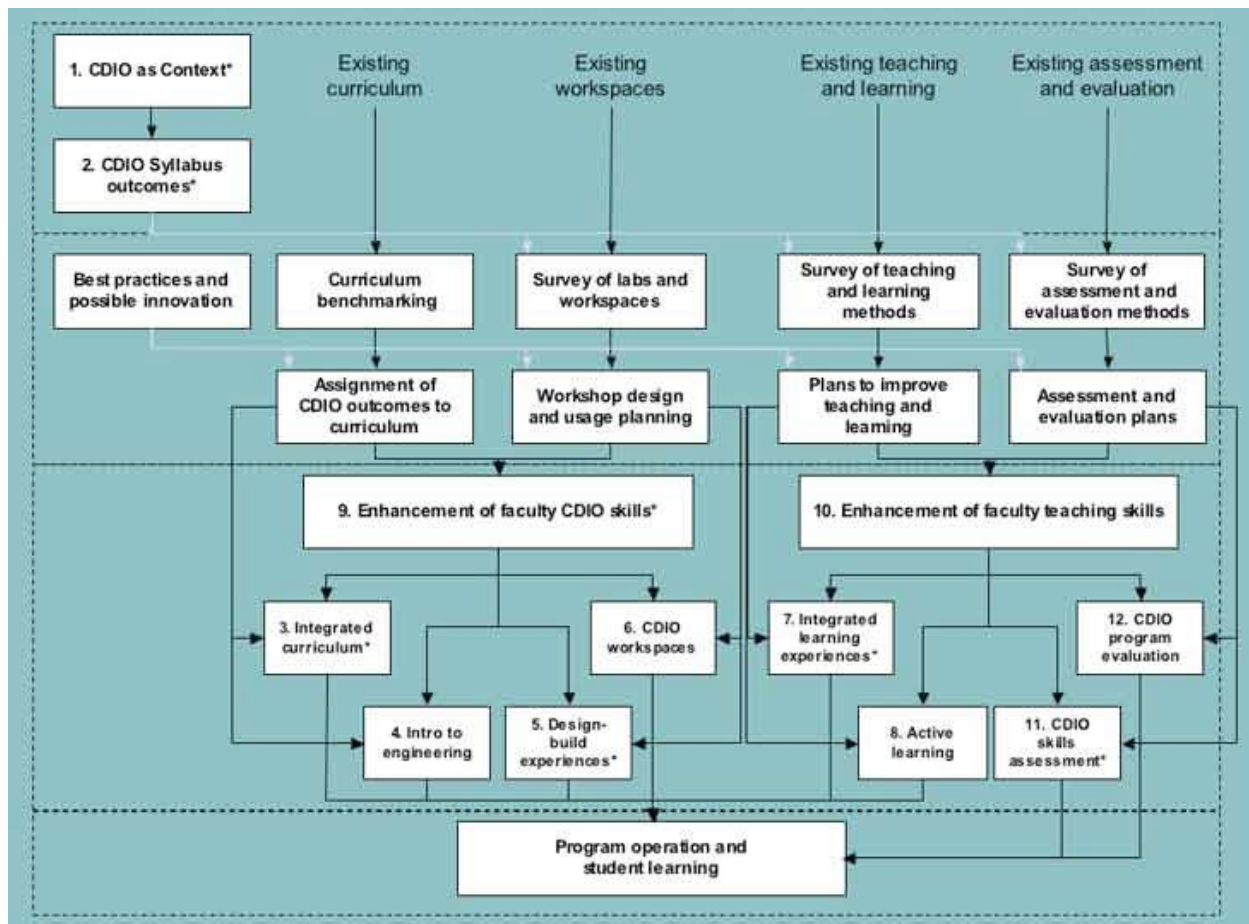


Ilustración 3: diagrama del proceso de adopción. Fuente: (CDIO, 2011d)

Esta propuesta da respuesta en términos estratégicos a la adopción de la iniciativa CDIO, es decir, en términos generales ya se expuso la manera para incluir CDIO en una facultad, pero es

necesario identificar específicamente cuál es la manera como CDIO impacta el currículo y esto se encuentra en el Syllabus CDIO (estándar 2).

Syllabus CDIO.

Como ya se explicó anteriormente qué es el syllabus y de qué manera está dividido, en esta sección se presentará en términos de metodología cómo se utiliza ese syllabus para la construcción de los cursos. En una primera visión del Syllabus, y como ya se mencionó anteriormente y como se muestra en la ilustración 4, está dividido en cuatro secciones y cada una representa los conocimientos, competencias y actitudes que sustentan y hacen posible CDIO.

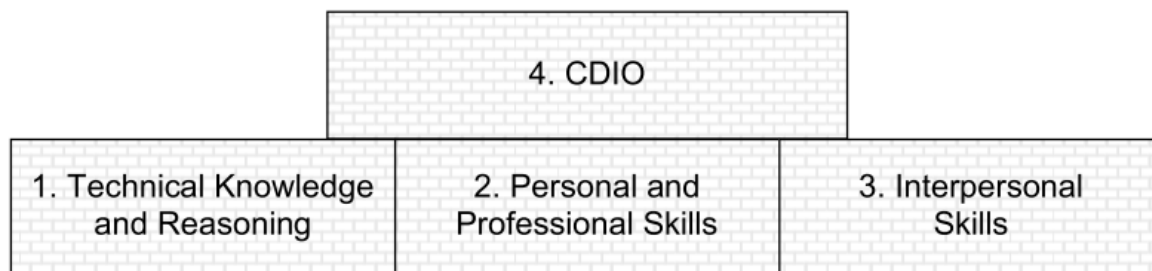


Ilustración 4: representación de los bloques que sustentan CDIO. Tomado de: (E. Crawley et al., 2011)

En un segundo nivel de profundidad en el análisis del Syllabus se encuentra que cada una de estas secciones tiene una serie de grupos de competencias o habilidades que se espera que el estudiante pueda fortalecer a lo largo del currículo y esas son las que finalmente se verán reflejadas en los objetivos de cada materia. En la imagen a continuación se presenta la última lista de grupos de competencias CDIO presente en la versión 2.0, las palabras subrayadas son los cambios insertados que no existen en la versión 1.0:

<p>1 DISCIPLINARY KNOWLEDGE AND REASONING</p> <p>1.1 KNOWLEDGE OF UNDERLYING MATHEMATICS AND SCIENCE</p> <p>1.2 CORE FUNDAMENTAL KNOWLEDGE OF ENGINEERING</p> <p>1.3 ADVANCED ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE, <u>METHODS AND TOOLS</u></p> <p>2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES</p> <p>2.1 <u>ANALYTICAL</u> REASONING AND PROBLEM SOLVING</p> <p>2.2 EXPERIMENTATION, <u>INVESTIGATION</u> AND KNOWLEDGE DISCOVERY</p> <p>2.3 SYSTEM THINKING</p> <p>2.4 <u>ATTITUDES, THOUGHT AND LEARNING</u></p> <p>2.5 <u>ETHICS, EQUITY AND OTHER RESPONSIBILITIES</u></p>	<p>3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION</p> <p>3.1 TEAMWORK</p> <p>3.2 COMMUNICATIONS</p> <p>3.3 COMMUNICATIONS IN FOREIGN LANGUAGES</p> <p>4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT</p> <p>4.1 EXTERNAL, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT</p> <p>4.2 ENTERPRISE AND BUSINESS CONTEXT</p> <p>4.3 <u>CONCEIVING, SYSTEMS ENGINEERING AND MANAGEMENT</u></p> <p>4.4 DESIGNING</p> <p>4.5 IMPLEMENTING</p> <p>4.6 OPERATING</p>
---	--

Ilustración 5: Syllabus CDIO en el segundo nivel de detalle. Tomado de: (E. Crawley et al., 2011)

Como se puede evidenciar, el enfoque de CDIO se concentra, en gran parte, en el desarrollo de habilidades personales, sociales y disciplinares para alcanzar CDIO (concebir, diseñar, implementar y operar), vale la pena decir que hay un tercer nivel de profundidad en el Syllabus porque cada uno de estos grupos de competencias se divide a su vez por una serie de competencias y su descripción¹⁹ (también es necesario que esto se modifique y se adapte al contexto de cada institución y programa). Lo anterior, también, se puede contrastar con el *Computing Curricula* cuyo enfoque es, en su mayoría, hacia las habilidades y conocimiento disciplinares.

La propuesta es que el currículo dé respuesta a unos objetivos fijados teniendo en cuenta estos grupos de competencias y cada una de las competencias dentro de los grupos. CDIO propone un diseño de currículo en reversa, lo primero que se debe hacer es fijar unos objetivos del programa (resultados de aprendizaje) y a partir de estos ir mirando las asignaturas e ir asegurando los niveles de competencias que se esperan a lo largo del currículo. Estos objetivos de aprendizaje se deben fijar teniendo en cuenta la misión, visión, objetivos del programa y valores de la institución (ilustración 6).

¹⁹ Ver anexo 6.

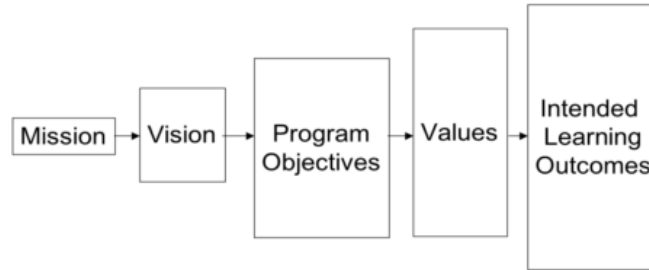


Ilustración 6: alineamiento de los resultados de aprendizaje con la misión del programa.
Tomado de:(E. Crawley et al., 2011)

Para finalizar, es importante aclarar que aunque el enfoque de CDIO es en un nivel estratégico de currículo y de facultad también espera impactar las aulas y los procesos de enseñanza aprendizaje más allá de los objetivos de aprendizaje de las asignaturas. La propuesta que soporta el aprendizaje activo y, asimismo, la necesidad de espacios de trabajo es el constructivismo, pero en este caso se relacionan los objetivos de aprendizaje con las actividades de enseñanza y aprendizaje y con la evaluación (ilustración 7).

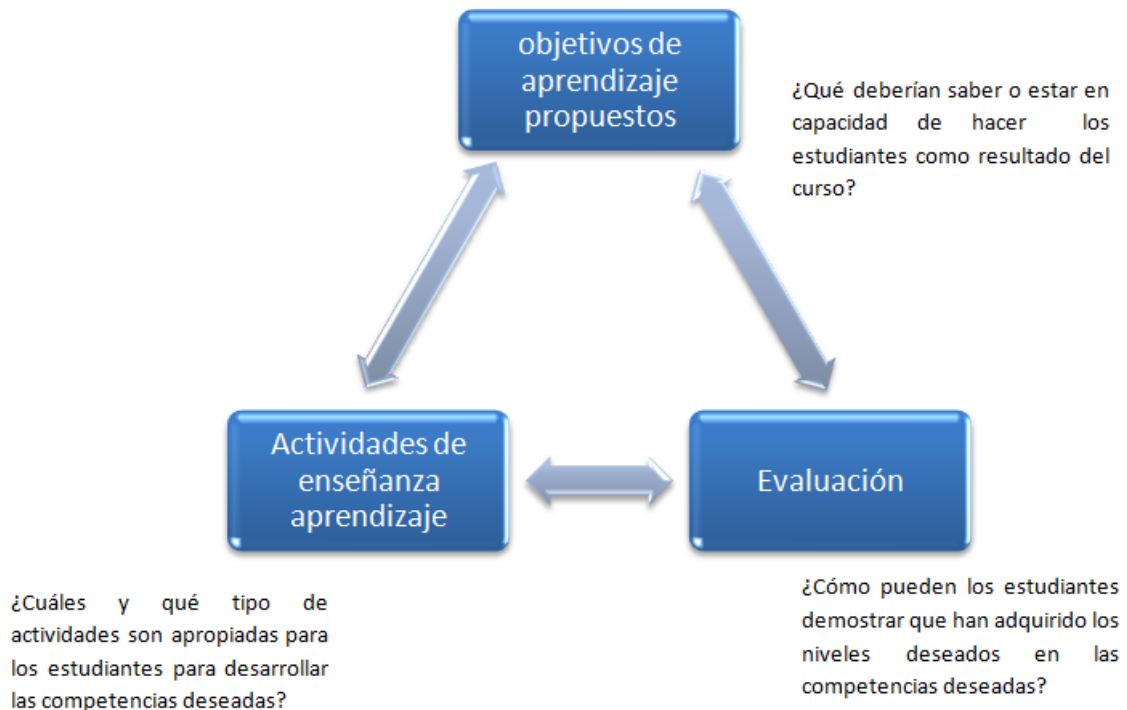


Ilustración 7: alineamiento de los objetivos de aprendizaje deseados con enseñanza, aprendizaje y evaluación. Tomado de:(E. Crawley et al., 2011)

2.4.3 CDIO en la Pontificia Universidad Javeriana Sede Bogotá

En la Facultad de Ingeniería Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá, en el Departamento de Ingeniería electrónica, se creó el grupo MIMESIS, un grupo interdisciplinar cuyo objetivo principal es mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en la carrera de ingeniería electrónica por medio del uso de tecnologías en el aula. Uno de sus proyectos trajo como resultado una modificación a la asignatura de *Técnicas Digitales*, proponiendo un modelo de aprendizaje activo utilizando herramientas Hewlett Packard y AVAs. En la búsqueda por ampliar y compartir los conceptos y nociones sobre los procesos de enseñanza aprendizaje en las facultades de ingeniería, el grupo MIMESIS encontró la iniciativa CDIO y con ella empezó a averiguar dada su convergencia en algunas nociones (García et al., 2011). En el año 2010 la Pontificia Universidad Javeriana se une al consorcio CDIO para empezar la reformulación de los currículos teniendo en cuenta esa iniciativa, iniciando por el de ingeniería electrónica.

El proceso en la carrera de ingeniería electrónica ha seguido el proceso de adopción mostrado en la ilustración 3, de tal manera que a continuación se presentarán las actividades y acciones que se han realizado en cada una de las etapas (CDIO)(García et al., 2011):

Concepción del plan de estudios (Concebir)

- *Hacer evidente en todos los miembros del Departamento de Electrónica la necesidad de una reforma educativa en el plan de estudios.* Se realizaron dos tipos de acciones, a saber, una acción informativa y una diagnóstica. En la primera se compartió la necesidad de la reforma y se presentó la iniciativa CDIO. Y en la segunda, se dio inicio a una acción diagnóstica en la cual se mezcló lo informativo con una reflexión, en torno a la educación en ingeniería por medio de talleres para hacer evidente la necesidad urgente de un cambio de dirección.
- *Buscar y comprometer el apoyo institucional.*
- *Trazar un plan para el cambio.* Para lo que se contó con la visita de la profesora Doris Brodeur, colaboradora de CDIO.

- *Establecer los énfasis transversales.* Se realizaron grupos focales con profesores para identificar qué rumbo se le quiere dar al proceso de desarrollo de productos, procesos y sistemas como eje transversal del plan de estudios.
- *Conformar un equipo CDIO y la metodología de trabajo.* Este grupo conformado por profesores es el encargado de liderar el proceso de cambio y debe estar acompañado por diferentes profesores con los cuales se harán reflexiones y toma de decisiones. El trabajo es colaborativo y dispone de espacios y tiempo para su ejecución.

Diseño del plan de estudios (Diseño)

- *Formalización, depuración y ponderación de las competencias personales interpersonales y de construcción de productos y sistemas del Syllabus CDIO.* Este proceso se realizó durante un semestre con reuniones semanales de dos horas con el apoyo de diez profesores diferentes a los integrantes del grupo. El resultado de esta actividad es un Syllabus adaptado al contexto de la facultad, es decir, se reformularon también las competencias y el perfil del egresado.
- *Reformulación de los contenidos disciplinares utilizando diseño en reversa.* Esta actividad inicia de los resultados deseados al final del curso, se busca luego la manera de evidenciar ese éxito deseado para así plantear el tipo de asignaturas y el tipo de experiencias que el estudiante enfrentará a lo largo del programa (ver ilustración 8).



Ilustración 8: diseño en reversa. Tomado de: (García et al., 2011)

- *Integración del Syllabus y el nuevo plan de estudios (plan de estudios integrado).* Se identifican los resultados de aprendizaje asociados a cada competencia y contenido,

teniendo en cuenta los niveles de desarrollo en cada competencia que se espera en cada asignatura.

- *El plan de estudio se presenta a los stakeholders.*
- *Reflexión sobre las prácticas docentes, capacitación de los profesores y readecuación de los espacios de aprendizaje.*

Implementación del plan de estudios (implementación)

- *Selección de metodologías de enseñanza.* Las metodologías de enseñanza seleccionadas para la carrera de electrónica fueron las siguientes: aprendizaje activo, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo y aprendizaje basado en experiencias.
- *Proponer espacios concebidos desde las competencias y las metodologías.*

Operación del plan de estudios (Operar)

- *Evaluaciones sistemáticas para recoger evidencia de los objetivos o resultados de formación.*
- *Ajustar plan de estudios.*

Para la evaluación el equipo CDIO de la carrera de ingeniería electrónica, optó por una medición valorativa que da razón del nivel de competencia deseado, esta medición se hace desde dos perspectivas, el aspecto disciplinar (ilustración 9) y el aspecto ético (ilustración 10).

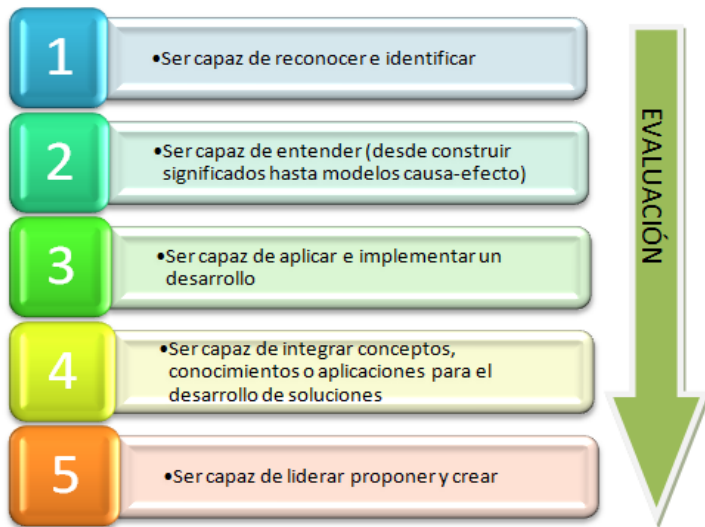


Ilustración 9: niveles de formación en competencias disciplinares. Ing. Electrónica Javeriana.

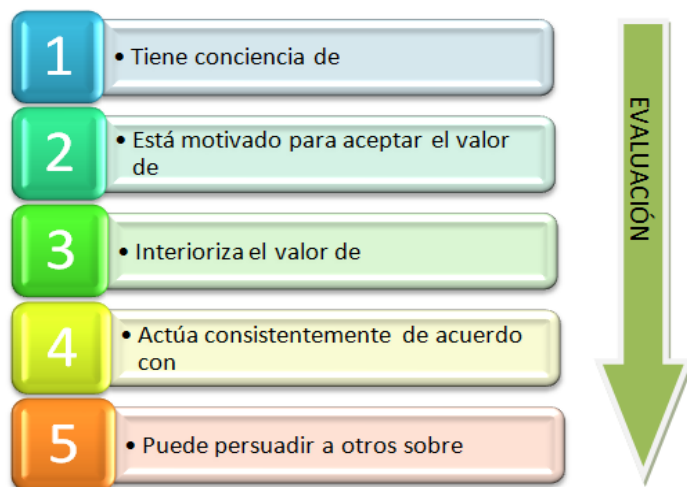


Ilustración 10: niveles de formación en competencias sociales. CDIO- Ing. Electrónica Javeriana.

2.4.4 Modelos pedagógicos en primeras asignaturas de programación

“Aprender a programar es, notablemente, considerado difícil. A pesar de más de cuarenta años de experiencia, enseñar programación sigue siendo considerado un reto mayor; de hecho es considerado uno de los siete grandes retos en la educación en computación” (Caspersen & Bennedsen, 2007)

Enseñar principios de programación ha sido una problemática muy discutida que ha llevado a la propuesta de varios enfoques (J. Villalobos, Casallas, & Marcos, 2005) y esto porque, como ya se dijo anteriormente, su dificultad se basa no solo en lo técnico sino que también debe tener en cuenta la dificultad de transmitir las habilidades necesarias como lo son la lógica, la capacidad resolutoria de problemas, la capacidad de abstracción problemas, entre otros. Como las capacidades identificadas y necesarias dependen del currículo y la institución, se hace necesario hacer un abordaje de las distintas maneras de enfrentar este primer encuentro con la programación. En esta sección del texto se hará un análisis de la manera como la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá hace ese acercamiento actualmente, y se presenta un caso de innovación de prácticas pedagógicas que es el proyecto cupi2 de la Universidad de los Andes de Bogotá.

Pensamiento Algorítmico Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá

En el año 2005 el currículo de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá fue reformulado, y se cambió el primer acercamiento que se hacía a programación porque el enfoque deseado también cambió. El enfoque del currículo anterior era un enfoque de encuentro directo con la programación, de tal manera que la primera asignatura llamada Programación Algorítmica, enfrentaba directamente al estudiante con el lenguaje de programación C++ y con la programación estructurada, además, era exclusiva de los estudiantes de ingeniería de sistemas. Los objetivos eran enfocados al lenguaje y un gran porcentaje de los estudiantes perdían la asignatura, así como también muchos se retiraban de la carrera después de esta, lo que habla de los problemas de motivación.

Entre las diferentes habilidades que se esperan de los diferentes cursos de programación se encuentran los siguientes (J. A. Villalobos & Calderón, 2009):

- Entender un problema:
 - o Abstraer
 - o Modelar
 - o Analizar.
- Plantear soluciones:

- Reflexionar sobre una abstracción
- Definir estrategias
- Seguir un proceso
- Aplicar una metodología
- Descomponer en subproblemas
- Manejar lenguajes de programación para expresar una solución:
 - Codificar
 - Entender y respetar una sintaxis
- Utilizar herramientas que entiendan los lenguajes de programación:
 - Programar, compilar, ejecutar y depurar.
- Probar que la solución es válida:
 - Corrección y prueba.
- Justificar decisiones tomadas:
 - Medir y argumentar.

Como parte de un análisis curricular para dar respuesta a las habilidades anteriormente señaladas, a partir del año 2005, la asignatura Programación Algorítmica fue eliminada del currículo y el acercamiento a la programación se hizo por medio de dos materias secuenciales: Pensamiento Algorítmico y Programación de Computadores; la primera fue diseñada con la idea de que aprender a solucionar problemas es una necesidad para todos los ingenieros y solucionarlos de manera algorítmica será útil en su desempeño profesional y a lo largo de la carrera. La segunda tiene un enfoque hacia ingeniería de sistemas y busca profundizar en conceptos de programación y fortalecer las competencias en el lenguaje C++.

Actualmente, la asignatura de Pensamiento Algorítmico es tomada por estudiantes de las cuatro ingenierías de la facultad²⁰. En el último semestre la inscribieron un total de 460 estudiantes²¹ que están divididos en 24 grupos de 18 personas en promedio. Además, está direccionada por un

²⁰ Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería electrónica e Ingeniería Industrial

²¹ Este número es el inicial de los cursos pero es importante tener en cuenta la deserción y los retiros que ocurren a lo largo del semestre.

programa propuesto que se presenta en el anexo 7 y que permite resaltar las siguientes características:

Objetivos

Los objetivos presentados en el programa son tres y se presentan a continuación tomados directamente:

- El objetivo principal es estimular su capacidad para enfrentar la solución de problemas y lograr que el estudiante desarrolle una nueva forma de pensar para que pueda emplear el computador como herramienta para la solución de problemas.
- El alumno al terminar el curso estará en capacidad de aplicar los tres paradigmas de pensamiento que constituyen la disciplina de la Informática: teoría, abstracción y diseño.
- Para lograr el objetivo se utilizan metodologías que ayudan a la definición y desarrollo de algoritmos. Igualmente en la segunda parte del curso, se utiliza una herramienta para la programación (lenguaje C/C++) para así implementar las soluciones algorítmicas en el computador.

Habilidades que contribuye a desarrollar

- Estimular la capacidad para entender el planteamiento de problemas.
- Definir varias alternativas para solucionar un problema y seleccionar la alternativa más viable.
- Estimular la destreza para solucionar problemas mediante algoritmos.
- Desarrollar los conocimientos de programación básica.
- Desarrollar la habilidad para implementar los algoritmos diseñados en un lenguaje de programación.

Estrategias pedagógicas

1. Aprendizaje Directivo Mediado (Clases magistrales)
2. Proyecto
3. Aprendizaje Colaborativo (Trabajo en grupo)
4. Talleres basados en problemas

Prácticas específicas

- Práctica: Interacción estudiante-profesor Apoyado por: Herramientas Tecnológicas de Interacción (Blackboard)
- Práctica: Revisión Bibliográfica Apoyado por: Herramientas Tecnológicas Biblioteca

Métodos de evaluación

- Parciales conjuntos.
- Enunciado de proyecto entregado a los estudiantes por los profesores de cada grupo.

Contenidos temáticos

- Introducción
- Solución de problemas
- Solución de problemas utilizando algoritmos
- El computador herramienta de la programación
- Uso de una herramienta de programación

Lo anterior es lo que se menciona en el programa, es decir, es la propuesta institucional del curso, para conocer acerca de cómo realmente se lleva a cabo el curso se hicieron unas encuestas a 150 personas de 14 grupos y sus resultados y análisis se pueden encontrar en los anexos 2 y 3. Como parte de un primer análisis al currículo actual es importante resaltar las siguientes características de la asignatura Pensamiento Algorítmico:

- Los tres objetivos son muy generales y no permiten una visión clara de las competencias que se espera fortalecer en el curso. De igual manera las prácticas específicas no son suficientes para comprender una propuesta pedagógica institucional.
- Se observa que el objetivo principal de la asignatura no es desarrollar competencias para programar sino que está enfocada en el desarrollo de competencias para solucionar problemas. Sin embargo, no se tiene en cuenta el contexto de los problemas de las ingenierías en las actividades y metodologías de enseñanza.

- Si bien hay una sección sobre estrategias pedagógicas, estas no son suficientes para dejar claras las metodologías propuestas.
- Los contenidos temáticos pueden desarrollarse y explicar de mejor manera el contenido disciplinar de la asignatura.

Formación en principios de programación Cupi2 Universidad de los Andes Bogotá

En la Universidad de los Andes en Bogotá el primer curso de programación se llama Introducción a la programación y es obligatorio para doce programas de pregrado, lo que indica que por semestre hay aproximadamente 1200 estudiantes tomando la asignatura repartidos en cerca de 30 secciones (J. Villalobos et al., 2005). Haciendo un seguimiento de este curso la facultad identificó los siguientes problemas:

- Una alta tasa de deserción.
- Una alta tasa de mortalidad.
- Problemas de motivación en los estudiantes.

Como respuesta a estos fenómenos, en el año 2003 se dio el inicio de lo que en el siguiente año se llamaría el proyecto Cupi2 y comenzó con dos acciones principales. En primer lugar un diagnóstico durante un año para establecer el estado de todos los cursos de programación. En este diagnóstico se tomaron perspectivas de profesores y estudiantes, se analizaron los enunciados de los exámenes, la forma de evaluación e incluso el texto guía (J. Villalobos et al., 2005). Además se compartieron visiones con las diferentes carreras para identificar qué es lo que se espera del curso.

La segunda acción fue una reflexión sobre lo que quiere decir programar en el mundo de hoy y en el contexto de la universidad. Para así definir unos ejes conceptuales alrededor de los cuales se construye la labor de la programación.

Como resultado de la primera acción identificaron las siguientes dificultades a la hora de enseñar a programar (J. Villalobos et al., 2005):

- El aprendizaje por imitación: es aquel en el que se parte de la hipótesis de que el estudiante puede desarrollar habilidades imitando las actividades del profesor y esta suposición presenta una serie de problemas, como los son que el aprendizaje depende de factores externos y ver de qué manera se soluciona un problema no garantiza el aprendizaje, entre otros.
- La aproximación de abajo hacia arriba: un curso de programación sigue un orden acumulativo de abajo hacia arriba, lo que quiere decir que primero se presentan las estructuras base y luego las estructuras de control. Lo que para el análisis demostraba que el estudiante no podía hacer en ningún momento un programa completo sino hasta el final del curso y este programa no se parece a ningún producto comercial porque no hace parte del tema a tratar las interfaces.
- Desequilibrio de los ejes temáticos: la labor de programar implica, como ya se ha dicho, muchas actividades y habilidades que van más allá de la programación como por ejemplo: el modelaje de una realidad, especificación de un problema, entre otros. Y todas esas habilidades debe ser abordadas de alguna manera a lo largo de los cursos.
- El manejo de la motivación y la frustración: en este caso se sugieren dos causas para los problemas de motivación de los estudiantes y son a saber, “el pragmatismo excesivo” con el que llegan los estudiantes a la universidad y por eso quieren aprender solo lo que ellos ven como útil en su vida profesional. Y que lo que a los estudiantes les puede interesar es muy complejo para un curso introductorio.

Como resultado de la segunda actividad se presenta una lista de los ejes o dominios que integra la programación. Después de la actividad deciden que los ejes se dividen en dos: conocimientos y habilidades y seleccionan 7 que se presentan a continuación (J. Villalobos et al., 2005):

1. Modelaje y solución de problemas.
2. Algorítmica.
3. Tecnología y programación.
4. Herramientas de programación.
5. Procesos de software.
6. Técnicas de programación y metodologías.
7. Elementos estructuradores y arquitecturales.

Teniendo en cuenta estos siete ejes, y las catorce semanas de estudio de las que se compone el semestre se diseñó un modelo en el cual cada dos semanas el estudiante hace un ejercicio de programación o proyecto y cambia a un nivel de complejidad mayor. Cada ejercicio atraviesa cada uno de los ejes y así mismo fortalece los conocimientos y habilidades de su nivel, este modelo se presenta en la ilustración 11. Además, se tienen unos entrenadores que son herramientas “(computacional[es] o no) que permite trabajar a un estudiante de manera aislada en la generación de un conjunto de habilidades de un eje”(J. Villalobos et al., 2005), es decir, son herramientas didácticas que explican o ayudan a aplicar un concepto de un eje dado.

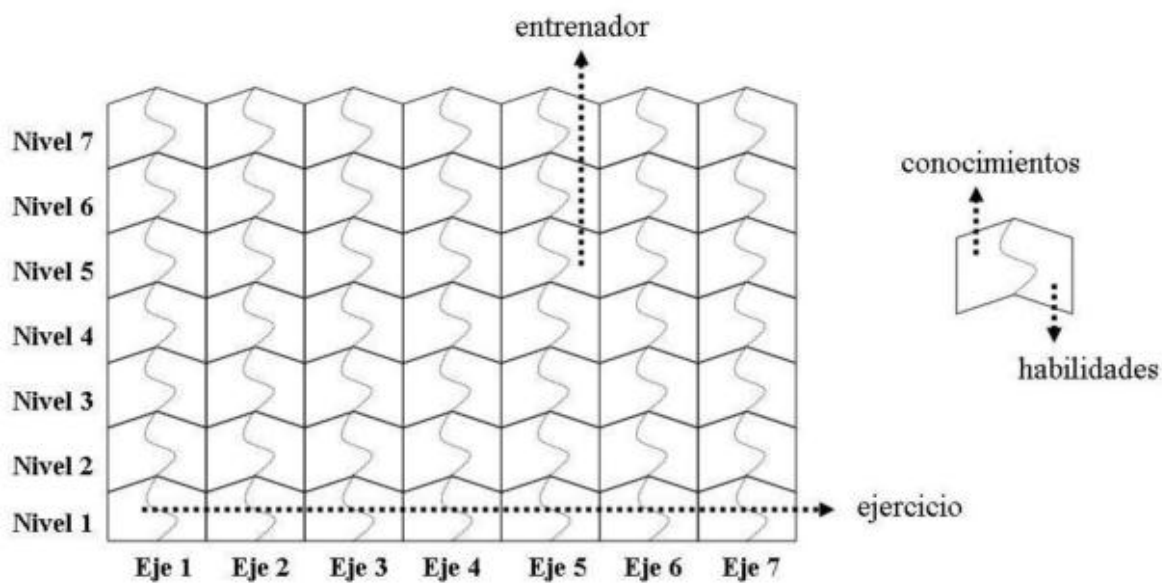


Ilustración 11: modelo de curso de introducción a programación en Cupi2 - Universidad de los Andes. Tomado de:(J. Villalobos et al., 2005)

Por último es importante decir que la Universidad de los Andes decidió después de hacer un análisis de las dificultades presentadas anteriormente, utilizar como lenguaje de programación java, como modelado UML (diagrama de clases) y como elementos estructuradores utilizar objetos.

III – DESARROLLO DEL TRABAJO

En términos generales el trabajo se desarrolló como se presenta en la sección 2.4 del presente trabajo, sin embargo, vale la pena aclarar de cada una de las fases metodológicas algunas características específicas del proyecto.

Fase exploratoria.

- Las búsquedas no estructuradas se hicieron por medio de google®, de la plataforma SIBJA ofrecido por la Biblioteca de la Pontificia Universidad Javeriana y de la plataforma BiblioRed de la Red Capital de Bibliotecas Públicas de Colombia. Estas búsquedas tenían como objetivo adquirir una lista de palabras clave y de autores nombrados para así empezar las búsquedas estructuradas.
- Las búsquedas estructuradas dieron inicio con la lista adquirida de las búsquedas no estructuradas y se hicieron búsquedas bibliográficas de literatura impresa y de artículos científicos indexados en distintas bases de datos, pero las más utilizadas fueron las siguientes:
 - o ISI Web of Science
 - o Scopus
 - o ACM digital library
 - o IEEE/IET Electronic Library (IEL)
- La selección de los artículos se hizo por medio de los siguientes tres criterios:
 - o Pertinencia.
 - o Número de veces citado.
 - o Cantidad de referencias.

Fase Descriptiva

- Las encuestas fueron realizadas a 150 estudiantes, equivalente al 37,5 % de los estudiantes que inscribieron la asignatura. Pero el muestreo realizado fue por cursos (15 cursos) que cubren un 50% de la diversidad de metodologías y de herramientas didácticas dado que la cantidad toda de cursos de Pensamiento Algorítmico que funcionaron el semestre 2011-03 era de 30 cursos.
- Las encuestas fueron realizadas las semanas del 24 de octubre al 4 de noviembre del año 2011, esta fecha fue seleccionada por estar después del segundo parcial y se consideró un momento oportuno para evitar la influencia de la calificación frente al docente.
- Una de las características de la encuesta era no identificar al estudiante con ningún aspecto particular, las encuestas las hacían sin identificación personal ni identificación de carrera. La razón de esto era adquirir una visión general de la materia que cubre las

cuatro ingenierías de la facultad y evitar así la parcialización de los análisis de los resultados.

- Los cuestionarios fueron retroalimentados por el profesor Hernando Hurtado y modificados cuatro veces antes de salir a campo.
- La selección de los cursos siguió el criterio dado por la evaluación institucional hecha a los docentes, se seleccionaron docentes con calificaciones altas, medias y bajas para la muestra.

Fase Correlacional

- Para la construcción del modelo se contó con el apoyo de un taller presencial (ver anexo 8) dirigido por el profesor Francisco Viveros que es CDIO Expert y se tomó junto a todos los profesores de planta del Departamento de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá. Este taller cumplió con los siguientes objetivos:
 - o Ser un espacio de comparación con los profesores sobre los procesos enseñanza aprendizaje en el departamento.
 - o Retroalimentar el modelo por la aclaración de técnicas propuestas por CDIO.
- La investigación y el modelo fueron enfocándose en CDIO mientras se iba avanzando, esto ocurrió porque la facultad quiere desarrollar e implementar esta propuesta en todos sus departamentos y se consideró importante, también por sugerencia del profesor Francisco Viveros, que se mirara la propuesta pero enfocándola en la carrera de Ingeniería de Sistemas.

Fase de Evaluación

- El experto seleccionado para hacer la retroalimentación del modelo fue el profesor Francisco Viveros que es un CDIO expert del departamento de ingeniería electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.
- La fase de evaluación se hizo en tres momentos diferentes del proyecto que se presentan a continuación:
 - o Reunión nacional ACOFI 2011: En el marco de la reunión ACOFI 2011 realizada en la ciudad de Santa Marta en el mes de septiembre se hizo un primer encuentro con el ingeniero Francisco Viveros. En este encuentro se afrontó la bibliografía principal que se tenía en ese momento y se complementó. Además, el ingeniero

Francisco Viveros corrigió unas concepciones que se tenían erróneas sobre CDIO, en particular, lo que tiene que ver con la manera de darle contexto al marco CDIO.

- Taller sobre aplicación de CDIO al currículo: el día 8 de noviembre del año 2011 se llevó a cabo un taller dirigido por los ingenieros Francisco Viveros y Alejandra González. El taller estaba pensado para los profesores de planta del Departamento de Sistemas de la facultad, teniendo en cuenta esto y que se necesitaba verificar la manera como CDIO impacta al currículo y si esto se había comprendido bien en el marco del proyecto de grado. Para comprobar esto se le solicitó al ingeniero Cesar Bustacara que permitiera asistir a la reunión como parte del proceso de evaluación. Al final de la reunión se generan una serie de conclusiones presentadas en el anexo 8.
- Proceso final de evaluación: para finalizar el proceso de evaluación con el ingeniero Francisco viveros se hizo una reunión para presentar el trabajo definitivo y exponer el modelo desarrollado. El método de la reunión fue un diálogo directo después de una presentación total del documento y del modelo. Se hizo una complementación a la descripción del modelo y, además, como conclusiones principales del diálogo, se presentan las siguientes:
 - El modelo es importante como un intento de movilizar el pensamiento en procesos pedagógicos en el departamento y como una mirada crítica desde adentro de lo que se está haciendo actualmente.
 - El impacto del modelo y del proyecto de grado es posible sólo si se hace conocer por los docentes y se abren espacios de debate.
 - Es indispensable que se empiece a separar las críticas a metodologías pedagógicas a los ataques personales. El ingeniero Viveros comentó que en su departamento los primeros pasos fueron muy difíciles porque se confundían las críticas a metodologías con ataques personales, lo cual dificultó el proceso y lo hizo más lento.

IV - RESULTADOS Y REFLEXIÓN SOBRE LOS MISMOS

En esta sección se presenta *Paideia*, el modelo pedagógico propuesto que se basa en la investigación y en los resultados de las encuestas realizadas presentadas en los Anexos 2 y 3.

4.1 *Paideia*: modelo pedagógico para la enseñanza de principios de programación

“[L]a educación no es una propiedad individual, sino que pertenece, por su esencia, a la comunidad.” (Jaeger, 1980)

El nombre del modelo pedagógico: *Paideia*, fue seleccionado para resaltar la necesidad de volver a pensar la educación desde la Facultad de Ingeniería, y en particular, desde el Departamento de Sistemas. *Paideia* (παιδεία), es la palabra que en griego antiguo denota educación, formación y, en general, todos los procesos de enseñanza y aprendizaje que se daban en el mundo griego. En la actualidad, muchas palabras que hacen referencia a los mismos procesos tienen como raíz esta palabra griega (pedagogía, pedagogo, entre otras). Este modelo está dividido en dos niveles: un primer nivel en el que se plantea un modelo pedagógico basado en CDIO y un segundo nivel en el que se presenta la etapa de concepción y diseño de la materia de Pensamiento Algorítmico de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.

4.1.1 Modelo pedagógico

La frase que se presenta al inicio del modelo, representa la naturaleza de construcción colaborativa y social que desde esta perspectiva se va a defender. Jaeger nos dice que “la educación no es una propiedad individual, sino que pertenece, por su esencia a la comunidad”, es decir, todo proceso de enseñanza y aprendizaje no solo incluye a toda la sociedad sino que también es ésta la que los construye y los reforma. De acuerdo a lo anterior, es necesario que se plantee un modelo pedagógico que permita esta construcción conjunta y, asimismo, que sea dinámico e incluyente.

Por otro lado, y teniendo en cuenta los resultados de las encuestas realizadas (Anexos 2 y 3) así como lo encontrado a lo largo de la investigación, se identificaron otras características que el modelo debería tener en cuenta, y son las siguientes:

- El modelo debe favorecer la motivación de los alumnos frente a la materia y esto debe ser escalable a la carrera y otras asignaturas.
- El modelo debe incluir la reconstrucción de los objetivos de las asignaturas para dar inicio así a la entrada de la propuesta CDIO.
- El modelo debe asegurar que los estudiantes vean la utilidad de la materia en su vida profesional para así asegurar la apropiación del conocimiento.
- Si bien el modelo debe considerar el conocimiento disciplinar, no debe solo enfocarse en eso, sino que debe permitir desarrollar competencias sociales como las presentadas en el estándar 2 de CDIO.
- El modelo debe tener en cuenta que la asignatura es vista por varias ingenierías, así que debe permitir la interdisciplinariedad.
- El modelo debe ir más allá de una propuesta de aula, al incluir CDIO es importante que tenga en cuenta la institucionalidad.

Para dar respuesta a estas necesidades y teniendo en cuenta la teoría expuesta anteriormente, se construye el modelo presentado en las ilustraciones 12 y 13. En la primera ilustración se identifica que el modelo tiene cuatro partes grandes, que son características pedagógicas importantes que hacen parte de la construcción de cualquier proceso de enseñanza aprendizaje y son las siguientes:

- El conocimiento disciplinar y razonamiento: nombrado en la sección 1 del Syllabus CDIO, son los conocimientos y habilidades que se espera que tengan los estudiantes al final del curso y que tienen que ver con la ejecución de su profesión.
- El conocimiento previo: el conocimiento con el que llegan los estudiantes, pero también esto se refiere al nivel de desarrollo de competencias en el que se encuentran los estudiantes que llegan a un curso. A lo largo del currículo esto será más fácil de predecir debido a que cada asignatura se construye teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje de sus otras (antecesoras y adyacentes), pero en las primeras asignaturas esto es más complejo debido a la variedad de formaciones que hay en los colegios de Colombia, por lo que para esto se requiere especial habilidad de parte del docente.

- Experiencias de aprendizaje: las experiencias de aprendizaje deben ser construidas y diseñadas teniendo en cuenta la necesidad de fortalecer las competencias presentadas en el syllabus, es decir, las personales, interpersonales y de construcción de producto y sistemas. Una sola experiencia debe permitir fortalecer esas competencias y a la vez formar en conocimientos disciplinares. Es importante también decir que la metodología para estas actividades debe ser el aprendizaje activo y los problemas en contexto. Es de vital importancia que estas experiencias planteen problemas que tienen relación con la profesión, este contexto nos facilitará la apropiación del conocimiento y la motivación hacia la asignatura.
- Herramientas didácticas: las herramientas didácticas juegan un papel importante en el aprendizaje activo porque son los entes mediadores que facilitan la comprensión y la aprehensión del conocimiento. Estas herramientas deben apoyar la metodología y la creación de actividades, es en este punto del modelo donde se integran los diferentes medios virtuales presentados en la sección 2.3, es necesario que estas herramientas se alineen con las metodologías propias de los docentes, para lo cual se presenta en la tabla 3 una herramienta para identificar las necesidades de la asignatura y así seleccionar el AVAs que más puede brindar aportes pedagógicos al aula. También, vale la pena aclarar que estas herramientas deben ir alineadas a propuestas metodológicas de pedagogía como las presentadas en el Anexo 1.

De las cuatro partes del modelo se espera que el docente pueda identificar y construir estrategias para mejorar cuatro características emergentes de los espacios de aprendizaje, para modificar así las cuatro partes del modelo vistas anteriormente (conocimiento disciplinar y razonamiento, conocimiento previo, experiencias de aprendizaje y herramientas didácticas), las características son las siguientes:

- Apropriación: la apropiación es una característica que tiene que ver con el desarrollo de un conocimiento para toda la vida y va más allá de ejecutar tareas. Se refiere a una metacognición de lo aprendido de tal manera que el estudiante adopte estos nuevos conocimientos y los utilice en su vida diaria. En este modelo la apropiación es importante porque como asumimos que Pensamiento Algorítmico tiene como objetivo la solución de

problemas y esta competencia es necesaria para cualquier ingeniería entonces, es necesario que esa manera de pensar se adopte y se mezcle con el fortalecimiento de las competencias sociales.

- **Motivación:** como resultado de las encuestas se encontró que una característica importante es el problema de la motivación y que está asociada al uso. Cuando se hicieron las encuestas se encontraron comentarios negativos hacia la materia y la gran mayoría tenía que ver con su utilidad en cada una de las profesiones (ver ANEXO 3). La motivación en un proceso de enseñanza aprendizaje tiene que ver no solo con los conocimientos disciplinares sino también con la manera como estos se relacionan con los conocimientos previos y de qué manera se utilizan las herramientas en las experiencias de aprendizaje.
- **Evaluación:** como otro resultado de las encuestas se puede observar que en este punto hay una falencia grande porque los estudiantes sienten por un lado que los enunciados no son claros, y por el otro que los parciales y las actividades desarrolladas si bien son útiles para la materia (es decir ayudan a aclarar los conceptos disciplinares), no lo son tanto para su vida profesional. La evaluación debe construirse en conjunto (estudiantes y docente), y los enunciados deben ser escritos en el contexto profesional. Lo que puede empezar a poner en una situación problemática la idea de hacer las evaluaciones conjuntas porque por la naturaleza multidisciplinar del curso es difícil hacer que un enunciado general abarque el contexto de varias profesiones.
- **Espacios de trabajo:** como ya se presentó en la sección 2.4.2 del presente trabajo, los espacios de trabajo no solo facilitan las herramientas sino que también configuran interacciones sociales de acuerdo a su diseño. Los laboratorios actuales del Departamento de Ingeniería de Sistemas tienen un diseño clásico en el cual los estudiantes van alineados y están separados unos centímetros y el tablero o demás herramientas didácticas están frente a todos, además, cada puesto tiene un computador de tecnología actual pero que es fijo y difícil de mover. Sin embargo vale la pena recalcar que las pantallas permiten movimiento al igual que las sillas. Vale la pena entonces pensar si esta configuración es suficiente para las experiencias de aprendizaje activo que se diseñarán esto teniendo en cuenta cada una de las partes del modelo.

Por otro lado, también vale la pena pensar en espacios virtuales de trabajo en donde las TICs sean más que un apoyo de manera de repositorio como lo vimos en las encuestas (Anexo 2) sino darle un papel más activo teniendo en cuenta las diversas opciones que se presentan en el anexo 1 del presente documento.

Además de procesos de construcción el modelo también considera procesos de dinamización del modelo en dos niveles, el primero es en el nivel de aula, en el cual se presentan como entradas que afectan y pueden modificar los procesos de enseñanza aprendizaje, cuatro características, a saber, la metodología pedagógica, el contexto social y profesional, la retroalimentación a los estudiantes y al curso de parte de ellos y las dudas generadas en las experiencias de aprendizaje.

En un segundo nivel, más externo, se presenta el modelo como si fuera un volumen tridimensional, en la figura 12 está su vista superior y en la figura 13 está un corte transversal, en él vemos que todo el movimiento en aula que se presenta en la figura 12 depende de un apoyo institucional en tres puntos específicos que se presentan a continuación:

- **Formación docente:** el primer apoyo y compromiso al que debe llegar la facultad es el de formar en docencia, esto incluye también que se generen investigaciones y se invierta en estas. También es necesario que la formación sea en las habilidades de CDIO y en la construcción de objetivos de aprendizaje desde esta perspectiva. Esto hace referencia a los estándares 9 y 10 de CDIO presentado en la sección 2.4.2. Es importante también decir que esto también se refiere a las exigencias de contratación y la medición de satisfacción de los estudiantes.
- **Transdisciplinariedad:** este punto es la otra parte de la base del modelo, la transdisciplinariedad permite desarrollar varias competencias generando una visión holística y en contexto. Dado que los grupos en los que los profesionales en ingeniería van a ejercer su profesión en Colombia son mixtos es necesario que complementen sus conocimientos y adquieran habilidades comunicativas desde varias perspectivas.
- **Currículo integrado:** la necesidad de mejora constante y cada vez más integralidad en el currículo va a hacer que el modelo esté en constante ajuste y movimiento.

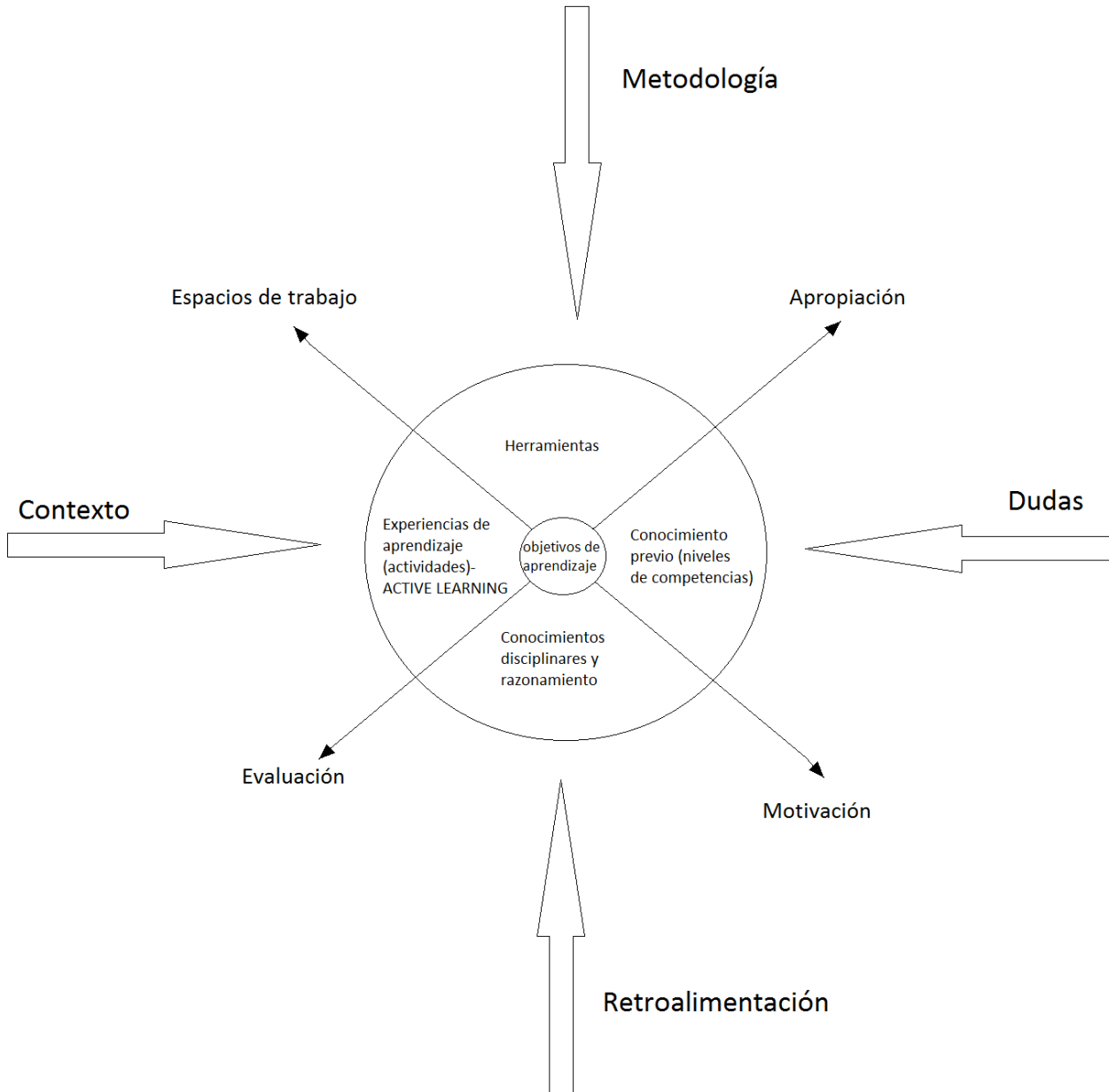


Ilustración 12: Paideia, modelo pedagógico. Vista superior.

Por último, es necesario explicar el centro del modelo que son los objetivos de aprendizaje, que tienen que ver directamente con lo presentado en el Syllabus CDIO y debe ser diseñado específicamente para cada asignatura utilizando el diseño en reversa (García et al., 2011) presentado en la sección 2.4.3. Estos objetivos de aprendizaje deben pasar desde las generalidades del concebir hasta la especificidad deseada al implementar y por eso en la figura 13 a medida que llegamos a la O se van haciendo más específicas todas las partes del modelo.

Teniendo en cuenta esto se presenta como segunda parte del modelo un primer acercamiento al diseño de un nuevo programa de Pensamiento algorítmico utilizando el Syllabus CDIO, en este caso sólo se llega a la etapa de concepción y diseño dado que lo que se debe hacer es una serie de discusiones para llegar a la formulación adecuada de las competencias y de los objetivos pedagógicos.

“En la educación, tal como la práctica del hombre, actúa la misma fuerza vital, creadora y plástica, que impulsa espontáneamente a toda especie viva al mantenimiento y propagación de su tipo. Pero adquiere en ella el más alto grado de su intensidad, mediante el esfuerzo consciente del conocimiento y de la voluntad dirigida a la consecución de un fin.”(Jaeger, 1980)

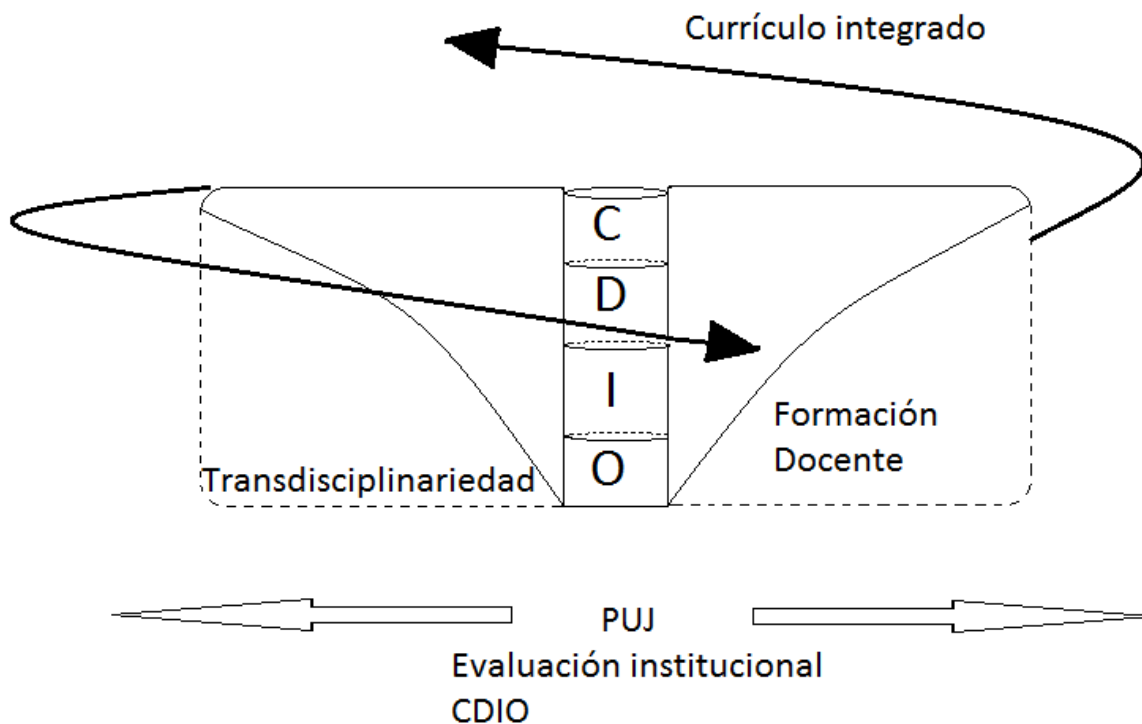


Ilustración 13: Paideia modelo pedagógico. Vista: corte transversal.

4.1.2 Pensamiento Algorítmico etapa de Concepción y Diseño (CDIO)

Para la etapa de concepción se hizo la investigación sobre la propuesta y se participó en el taller mencionado anteriormente. Además, entre la etapa de concepción y diseño encontramos en el Syllabus lo que tiene que ver con el diseño de los objetivos de la asignatura. Para ello se identificaron las competencias que se quieren fortalecer (en un primer nivel de capacidad ver ilustración 8) de todos los tipos. Lo anterior se logró siguiendo la metodología de diseño en reversa (ver sección 2.4.3).

Se tendrá en cuenta para plantear los aprendizajes esperados el perfil del ingeniero de sistemas que el Departamento de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana que se anexa al presente documento (anexo 5). Es importante para esto evaluar y reconstruir los objetivos y las metodologías presentadas en el programa de Pensamiento algorítmico por la nueva propuesta.

El conocimiento disciplinar y razonamiento se presenta teniendo en cuenta el *Computing Curricula* de la ACM/IEEE-CS (ver sección 2.4.1 y anexo 4) y las competencias que corresponden a las otras secciones del Syllabus se toman del mismo y se adaptan al contexto de ingeniería de la facultad. Después de este proceso se debe empezar un proceso de debate en la facultad para decidir de qué manera se forman los objetivos de aprendizaje. A continuación se presenta una relación entre tipo de competencia, la competencia y la justificación de que esta se quiera fortalecer en la materia de Pensamiento Algorítmico:

Tipo de competencia	Código de competencia	Competencia	Aprendizajes deseados en Pensamiento Algorítmico.
Conocimiento disciplinar y razonamiento.	C1 ²²	Un entendimiento intelectual y la habilidad de aplicar fundamentos matemáticos y teoría de ciencia de la computación.	Se requiere desarrollar la habilidad de aplicar matemática discreta, en particular, lógica proposicional y ver su aplicación a la hora de construir soluciones algorítmicas.
	C2	Habilidad para tener una perspectiva crítica y creativa en identificar y solucionar problemas utilizando pensamiento computacional.	Es necesario desarrollar la habilidad de ver varias posibles maneras de solucionar un problema por medio de pensamiento computacional y, también, es importante empezar a formar en la identificación de problemas partiendo de un escenario particular.
	C3	Un entendimiento intelectual y una valoración del papel central que tienen	Las estructuras de datos y los algoritmos son maneras de manipular datos y procesos

²² Computing Curricula

		los algoritmos y las estructuras de datos.	respectivamente, el estudiante debe ver la utilidad y potencia que tienen estas herramientas para la solución de problemas y para su vida profesional.
	C4	Un entendimiento del hardware del computador desde una perspectiva del software, por ejemplo el uso del procesador, memoria, discos, pantallas, etc.	Al tener un primer acercamiento a la programación los estudiantes deben hacerse conscientes de las limitaciones físicas que existen en cuanto a hardware cuando se desarrolla software.
Conocimiento disciplinar y razonamiento.	C5	Habilidad de implementar algoritmos y estructuras de datos en software.	Aunque el objetivo principal de la asignatura es la solución de problemas, este aprendizaje culmina con el aprendizaje de un lenguaje de programación que facilite la implementación de las soluciones diseñadas.
	C6	Habilidad de diseñar e implementar unidades estructurales amplias que utilicen algoritmos, estructuras de datos y las interfaces a través de las cuales estas unidades se	Al final del curso el estudiante debe tener una noción de cómo se puede construir una solución a un problema utilizando algoritmos y cómo estos están compuestos por variables, condicionales,

		comunican.	ciclos, funciones y estructuras.
	C11	Comprender los conceptos de ciclo de vida, incluyendo el significado de sus fases (planeación, desarrollo, implementación y evolución).	Es importante desde el principio y para todas las carreras que al sentir algunos momentos del ciclo de vida los hagan conscientes y empiecen a interiorizar que la solución de problemas también tiene procesos separados y un orden para llevarlos a cabo.
	C14	Comprender el concepto esencial de proceso y su relación con la ejecución de programas y operación de sistemas.	Se debe generar la relación entre solución de problemas y procesos, además es importante que con el concepto de funciones se aclare la división por procesos de una solución.
	C19	Habilidad para identificar efectivamente los objetivos y prioridades de su trabajo/área/proyecto para establecer las acciones, el tiempo y los recursos requeridos.	Parte de la solución de problemas de manera algorítmica es identificar los objetivos del problema y darles prioridad. Es importante que esto se vea en los proyectos, en donde el estudiante puede establecer

			prioridades y tiempos a cada parte del problema.
Conocimiento disciplinar y razonamiento.	C20	Habilidad para conectar teoría y habilidades aprendidas en la academia a situaciones del mundo real explicando su importancia y su utilidad.	El estudiante debe visibilizar la utilidad de esta asignatura en su carrera y debe comprender por qué es una asignatura obligatoria para todos.
	CS2	Identificar y analizar criterios y especificaciones apropiadas a los problemas específicos y planificar estrategias para su solución.	La identificación de características de un problema y de la forma como se espera que se resuelva es necesaria en todo intento de solución de problemas y se debe formar en ello.
Razonamiento analítico y resolución de problemas.	2.1.1 ²³	Identificación y formulación de problemas	Se hace referencia a dos cosas, en primer lugar a la habilidad de identificar variables y de plantear un plan de ataque al problema y, también, a formar en la capacidad de identificar un problema en un contexto dado.

²³ Syllabus CDIO ver anexo 6.

	2.1.2	Modelado	El nivel que se quiere fortalecer acá es el de abstracción de la realidad, en un primer nivel solo se busca que el estudiante abstraiga de la realidad y comprenda el problema en cuestión.
	2.1.5	Solución y recomendación	En este caso se debe demostrar la importancia de las pruebas con pruebas manuales como las de escritorio y la capacidad de actuar frente a inconvenientes presentados a lo largo del desarrollo.
Experimentación, investigación y descubrimiento de conocimiento.	2.2.3	Indagación experimental	Para esta materia el experimento es la compilación y ejecución del programa y se busca que el estudiante apropie la importancia de estos dos procesos como necesarios para verificar la validez de la solución dada.
Pensamiento sistémico	2.3.1	Pensamiento holístico	Se busca un acercamiento transdisciplinar que asegure que el problema esté

			comprendido desde todas las perspectivas importantes (stakeholders)
Actitudes, pensamiento y aprendizaje.	2.4.2	Perseverancia, urgencia y voluntad para cumplir, inventiva y flexibilidad.	Se debe desarrollar en el estudiante una necesidad de entregar a tiempo y de no rendirse si la solución desarrollada no es válida.
	2.4.3	Pensamiento creativo	Se espera reforzar la conceptualización y la abstracción para solucionar problemas, en este punto el lenguaje seleccionado (C++) es de vital importancia porque las estructuras de datos nos ayudan a pensar en métodos abstractos y conceptualizarlos.
	2.4.4	Pensamiento crítico	Se espera fortalecer la capacidad de que los estudiantes identifiquen los límites de los problemas y las limitaciones de los mismos.
	2.4.6	Educación y aprendizaje durante toda la vida	La motivación en la asignatura y hacer visible la importancia de ésta a lo largo de las

			diferentes ingenierías genera curiosidad y esto puede hacer que el estudiante investigue más individualmente.
	2.4.7	Administración de tiempo y recursos	Como la asignatura tiene programas, se quiere que sea un primer momento para que los estudiantes vean la importancia de la administración del tiempo y los recursos para cualquier tipo de actividad.
Trabajo en equipo	3.1.1	Consolidar equipos efectivos	Con las actividades de aprendizaje activo y teniendo en cuenta que en la vida profesional el ingeniero debe desempeñarse como parte de un equipo es importante que desde el principio se fortalezca la capacidad de orientar sus habilidades para lograr objetivos grupales.
	3.1.2	Funcionamiento de equipo	Con las actividades de aprendizaje activo y teniendo en cuenta que en la vida profesional el ingeniero debe

			<p>desempeñarse como parte de un equipo es importante que desde el principio se fortalezca la necesidad de coordinar con diferentes personas tiempo y recursos. Así como la importancia de aportar desde su disciplina.</p>
Comunicaciones	3.2.1	Estrategia de comunicación	<p>Se espera que el estudiante de ingeniería logre convencer y argumentar efectivamente acerca de su idea y de su producto.</p>
	3.2.2	Estructuras de comunicación	<p>Los argumentos lógicos y persuasivos hacen parte del trabajo en grupo necesario y se espera fortalecer por medio de la lógica de cuantificadores.</p>
	3.2.5	Comunicación gráfica	<p>Desde el principio se espera dar inicio a la formación en la capacidad de construir representaciones gráficas de los problemas como una opción positiva para comunicar ideas.</p>

	3.2.6	Presentación oral	Las presentaciones de proyectos hacen parte de la profesión del ingeniero y desde esta materia se debe iniciar esa formación.
	3.2.7	Indagación, escucha y dialogo	Como parte de un proceso de formación y como asignatura introductoria es importante que se fortalezca en el estudiante la capacidad de escucha activa y de hacer preguntas cuando lo considere prudente.
	3.2.8	Negociación, compromiso y resolución de conflictos	Los trabajos en grupos como los proyectos deben ser un espacio para fortalecer la argumentación y negociación de ideas diferentes para solucionar los problemas o para comprenderlo.
Comunicación en lenguajes extranjeros	3.3.1	Comunicación en inglés	El inglés se hace necesario para comprender los errores del compilador y se fortalece mientras se programa.

implementación	4.5.3	Proceso de implementación de software	La construcción de algoritmos y la implementación de estos en C++ es una primera experiencia de construcción de software para los estudiantes.
----------------	-------	---------------------------------------	--

Tabla 5: competencias pensamiento algorítmico

V – CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**5.1 Conclusiones**

El desarrollo del modelo tiene como principal objetivo evidenciar y afrontar la posibilidad de hacer desarrollo pedagógico desde la facultad de ingeniería observando y proponiendo más allá que herramientas mediadoras que faciliten el aprendizaje. Una primera conclusión a la que se puede llegar después del desarrollo del proyecto es que los procesos de enseñanza aprendizaje se ven afectados por las interacciones y las concepciones mismas del aula, por lo tanto, formalizando modelos dinámicos que puedan cambiar respondiendo a las situaciones emergentes naturales de todo proceso educativo, se pueden facilitar todos los procesos. Es la constante evaluación en la manera de llevar las relaciones cognitivas y sociales la que permite y hace posible la apropiación de los conocimientos.

La respuesta de investigación se respondió, se crearon unos criterios importantes para tener en cuenta a la hora de pensar en la formación en principios de programación y se hizo un modelo escalable que puede alinearse con distintas materias y objetivos de aprendizaje. Además se evidenció que si bien las herramientas pueden facilitar los procesos de enseñanza aprendizaje, no son suficientes, es necesaria una formación constante de los docentes en competencias de enseñanza y una facultad donde se vea la investigación en estos procesos en cada disciplina para que realmente mejoren los procesos de enseñanza aprendizaje.

Sumado a lo anterior, de manera de conclusión, se presentan a continuación unas reflexiones y conclusiones del trabajo presentado que están dirigidas, principalmente, a cuatro ámbitos específicos. En primer lugar al campo de la formación en ingeniería; en segundo lugar, al Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá; En tercer lugar a la educación virtual por medio de AVAs; y las últimas están dirigidas a la materia de Pensamiento Algorítmico de dicho departamento.

- Formación en ingeniería.
 - o El diseño de metodologías de enseñanza no debe girar en torno a los actores ni a las herramientas sino que debe girar en torno a la actividad misma de enseñanza

aprendizaje. Cuando las metodologías o los modelos giran en torno a los actores se asume que hay actores menos activos o que pueden afectar menos el modelo, en el caso de los estudiantes.

- CDIO es un marco de referencia general que debe ser evaluado de manera crítica y luego ser adaptado a una realidad social, económica y profesional de las facultades.
 - La formación de ingenieros debe verse como una transversalidad, si bien el conocimiento técnico es valioso, es aún más indispensable la formación en competencias sociales. La formación por competencias pone una exigencia extra a los profesores y facultades, que es la de hacer actividades integrales que permitan la práctica de muchas habilidades a la vez.
- Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana.
- El Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana, está en una etapa de autoevaluación y de búsqueda de mejoras en su propuesta educativa. Sin embargo, es importante que se tenga en cuenta el valor y la necesidad de los debates entre los docentes para lograr llegar a acuerdos que mejoren la carrera.
 - El Departamento debe buscar el aumento de la publicación e investigación en formación en ingeniería de sistemas. Incluso empezar a pensar en un grupo de investigación que trate este tema, puede ser una opción interesante que también puede verse con los lentes de CDIO.
 - Es importante que haya un proceso de formación continua de los profesores, en donde no solo puedan mejorar sus conocimientos y habilidades disciplinares sino en donde puedan mejorar sus habilidades de docencia.

-
- La formación continua debe ir con un proceso de evaluación y seguimiento a los profesores, así como con la mejora de los procesos de contratación y exigencias para lo mismo.
 - Hay que prestar especial cuidado con los docentes que están en las asignaturas introductorias, en esas asignaturas es desde donde se puede empezar a disminuir la deserción.
 - Es de vital importancia para continuar con el proceso de CDIO que se plantee un perfil del egresado más centrado y enfocado, el perfil actual parece ser muy amplio y sin un perfil específico no se puede saber lo que deseamos y mucho menos hacer el diseño en reversa.
- Educación virtual con el uso de AVAs
- Es necesario empezar a pensar en los AVAs como un nuevo espacio de trabajo que requiere diseño de metodologías propias que permitan e incluyan el uso de todas las herramientas de comunicación que ofrecen.
 - La implementación de un AVA no debe ser previa al diseño del curso, las herramientas didácticas deben apoyar los procesos formativos y no constituirlos. Sin embargo, es importante identificar si las actividades y el currículo que se diseñaron son virtuales, presenciales o bimodales.
 - Es importante que se genere conocimiento sobre los AVAs en la institución y presentar las diferentes herramientas que ofrece para que sean utilizadas como apoyo por los profesores. Vale la pena pensar si desde el principio es necesario implantar el uso de la plataforma desde el programa de las asignaturas (ver anexo 7)
- Pensamiento Algorítmico

- La asignatura debe ser direccionada de tal manera que las actividades y las evaluaciones correspondan con el objetivo de formar en solución de problemas y con la necesidad de los estudiantes de ver el conocimiento que les pueda ser útil.
- Para mantener la dinámica del modelo planteado vale la pena generar dudas sobre la necesidad de una evaluación conjunta. Si lo que se necesita es permitir que el docente pueda reaccionar a las situaciones emergentes del aula, él también puede saber y construir con sus estudiantes los modos de evaluación. Además, eso se relaciona con la pertinencia de las evaluaciones y los enunciados en contexto de cada ingeniería.
- Es necesario pensar de qué manera se puede incluir el contexto y las habilidades de cada ingeniería en la asignatura para que se apropien del conocimiento y no se siga viendo reflejado que una gran parte de las personas piensan que la asignatura no les será útil. Una posible propuesta es plantear un proyecto desde el inicio del curso, pero no un proyecto dado, sino plantearlo en forma de un contexto general, de tal manera que cada estudiante desde su perspectiva identifique un problema del contexto que quiere solucionar y que tiene que ver con su quehacer profesional.

5.2 Trabajos Futuros

Teniendo en cuenta los procesos que está llevando a cabo la facultad de ingeniería se abre un campo importante en el cual se puede hacer investigación, el de la formación en ingeniería. Este proyecto es solo el inicio de todo un proyecto de reformulación de la carrera por medio de CDIO, con esto se abren nuevos campos en cuanto a herramientas didácticas, actividades de aprendizaje, creación de currículos, administración de pensum, entre otras.

Inmediatamente, a corto plazo, lo que se espera es que se empiece la discusión sobre pensamiento algorítmico y una vez reestructurada la asignatura, el nuevo currículo se empiece a formular tomando el ejercicio hecho en este trabajo de grado. También es importante el hecho de que el modelo es escalable y modificable, la invitación es a que lo miren críticamente y se intente

perfeccionar, pues es una primera aproximación a los modelos conceptuales de la educación en ingeniería.

VI - REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ACM. (1991). A summary of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force Report COMPUTING CURRICULA 1991. *Communications of the ACM*, 34(6), 69-84.
- Barbera, E., & Rochera, M. J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el diseño de materiales autosuficientes y el aprendizaje autodirigido. *Psicología de la educación virtual* (pp. 179-193). Madrid: Ediciones Morata.
- Bernold, L. E., Spurlin, J. E., & Anson, C. M. (2007). Understanding our students: A longitudinal-study of success and failure in engineering with implications for increased retention. *JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION-WASHINGTON-*, 96(3), 263. AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. Retrieved from <http://www.jee.org/2007/july/2.pdf>
- Buendía, H. G., Alvarez, B., Alvarez, J. V., Allyn, M., Arias, O., Cardoso, H., Cox, C., et al. (1998). *PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO EDUCACIÓN : LA AGENDA DEL SIGLO XXI Hacia Un Desarrollo Humano*. Bogotá D.C.: Tercer Mundo Editores.
- CDIO. (2011a). www.cdio.org. Retrieved November 19, 2011, a from www.cdio.org
- CDIO. (2011b). 12 CDIO standards. Retrieved November 20, 2011, b from <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>
- CDIO. (2011c). CDIO Collaborators. Retrieved November 25, 2011, c from <http://www.cdio.org/cdio-collaborators>
- CDIO. (2011d). Adopting the CDIO Initiative at Your Institution. Retrieved d from <http://www.cdio.org/implementing-cdio-your-institution/adoption-process>
- Caballero Prieto, P., Prada Dussán, Ma., Vera Rodríguez, E., & Ramírez Calvo, J. E. (2007). *Políticas y prácticas pedagógicas: las competencias en TIC en educación* (p. 142). Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Caspersen, M. E., & Bennedsen, J. (2007). Instructional design of a programming course: a learning theoretic approach. *Proceedings of the third international workshop on computing education research* (pp. 111–122). ACM. Retrieved from <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1288595>
- Cassel, L., Clements, A., Davies, G., Guzdial, M., McCauley, R., McGettrick, A., Sloan, B., et al. (2008). *Computer Science Curriculum 2008 : An Interim Revision of CS 2001 Report from the Interim Review Task December 2008 Association for Computing Machinery IEEE Computer Society*. IEEE COMPUTER SOCIETY. Retrieved from <http://www.acm.org/education/curricula-recommendations>
- Chang, C., Lau, F., & Srimani, P. (2001). *Computing Curricula 2001 Computer Science. Education*. IEEE COMPUTER SOCIETY. Retrieved from http://www.acm.org/education/curric_vols/cc2001.pdf
- Coll, C., & Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual* (p. 411). Madrid: Ediciones Morata.

- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas. *Psicología de la educación virtual* (pp. 213-232). Madrid: Ediciones Morata.
- Conole, G. (2004). Mapping pedagogy and tools for effective learning design. *Computers & Education*, 43(1-2), 17-33. doi:10.1016/j.compedu.2003.12.018
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., & Östlund, S. (2007). *Rethinking engineering education: the CDIO approach*. New York, New York, USA: Springer.
- Crawley, E., Malmqvist, J., & Lucas, W. (2011). The CDIO Syllabus v2. 0 An Updated Statement of Goals for Engineering Education. *Proceedings of the 7th International CDIO Conference*. Copenhagen. Retrieved from http://files.conferencemanager.dk/medialibrary/59856d54-6d1c-4deb-ac21-0dd98ccd0470/images/CrawleyEtAlCDIOSyllabus2.0Paper_17June2011.pdf
- Dahlgren, M. A., & Dahlgren, L. O. (2002). Portraits of PBL: students' experiences of the characteristics of problem-based learning in physiotherapy, computer engineering and psychology. *Instructional Science*, 30(2), 111–127. Springer. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/2tgdr3m2fl0pxe6q.pdf>
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, 189–211. Citeseer. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.92.2555&rep=rep1&type=pdf>
- Ditcher, A. K. (2001). Effective teaching and learning in higher education, with particular reference to the undergraduate education of professional engineers. *International Journal of Engineering Education*, 17(1), 24–29. TEMPUS PUBLICATIONS. Retrieved from <http://www.ijee.ie/articles/Vol17-1/IJEE1174.pdf>
- Dochy, F. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533-568. doi:10.1016/S0959-4752(02)00025-7
- Felder, R. M., Felder, G. N., & Dietz, E. J. (2002). The effects of personality type on engineering student performance and attitudes. *JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION-WASHINGTON-*, 91(1), 3–18. Citeseer. Retrieved from <http://www.mendeley.com/research/no-title-avail/>
- Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E., & Rugarcia, A. (2000). The future of engineering education. II. Teaching methods that work. *Chemical Engineering Education*, 34(1), 26–39. Citeseer. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.34.1082&rep=rep1&type=pdf>
- Foucault, M. (2007). *La Arqueología Del Saber* (23rd ed., p. 355). Madrid: Siglo XXI Editores.
- García Aretio, L. (2002). *La educación a distancia. De la teoría a la práctica*. (Segunda ed.). Barcelona: Ariel Educación.

- García, L. F., González Correal, A. M., Marciales Vivas, G., Ruiz Gil, M. del M., Soto Quintero, C., & Viveros Moreno, F. F. (2011). Concepción, Diseño, Implementación y Operación (CDIO) de un currículo de ingeniería. *Reunión Nacional ACOFI 2011. Acciones y Cambios en las Facultades de ingeniería* (p. 9). Santa Marta: Colombia.
- Geils, J. W. (1984). Why students reject engineering teaching careers. *Communications of the ACM*, 27(1), 25-27. New York: ACM. doi:10.1145/69605.357966
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of Problem-Based Learning: A Meta-Analysis From the Angle of Assessment. *Review of Educational Research*, 75(1), 27-61. doi:10.3102/00346543075001027
- Gunawardena, C. N., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining the social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of educational computing research*, 17(4), 397-431. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20358146>
- Gutiérrez Rojas, J. A. (2004). *Definición de un Modelo Pedagógico Para la Educación Virtual en el CES*. Medellín: Instituto de Ciencias de la Salud.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1999). *Metodología de la Investigación* (p. 501). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Heywood, J., Grimson, W., & Korte, R. (2009). Teaching philosophy to engineering students. *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-6. Ieee. doi:10.1109/FIE.2009.5350459
- IEEE. (2010). IEEE latinoamérica.
- Jaeger, W. W. (1980). *Paideia los ideales de la cultura griega* (Segunda ed.). Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Jiménez Builes, J. A., Meneses Pavony, M. A., & Serna Álvarez, A. F. (2008). Integration environment of PBL and CSCL for teaching algorithms and programming in engineering. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 5(3).
- Li, H. (1997). Using information technology to enhance engineering education. *1996 IEEE International Conference on Multi Media Engineering Education. Conference Proceedings*, 13(5), 325-330. Ieee. doi:10.1109/MMEE.1996.570280
- Moore, M., & Kearsley, G. (1996). *Distance Education - A system view*. Wadsworth Publishing Company.
- National Academy Engineering. (2005). *Educating the engineer of 2020: adapting engineering education to the new century. IEEE Engineering Management Review* (Vol. 37, pp. 11-11). Washington D.C.: National Academy Press. doi:10.1109/EMR.2009.4804343
- Onrubia, J., Colomina, R., & Engel, A. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el trabajo en grupo y aprendizaje colaborativo. *Psicología de la educación virtual* (pp. 233-252). Ediciones Morata.

Ortega Carrillo, J. A., & Chacón Medina, A. (2009). *Nuevas tecnologías para la educación en la era digital*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Ossa, G. C. (2002). TENDENCIAS EDUCATIVAS PARA EL SIGLO XXI EDUCACION VIRTUAL , ONLINE Y @ LEARNING. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 1-27. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/dcart?info=link&codigo=290736&orden=0>

Peter J, D., Comer, D. E., Gries, D., Mulder, M. C., Tucker, A., Turner, A. J. O. E., & Young, P. R. (1989). Computing as a discipline. *Communications of ACM*, 32(1), 9-23.

Pontificia Universidad Javeriana. (2011). Perfil egresado Ingeniería de Sistemas. Retrieved November 1, 2011, from [http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad de Ingeniería/plt_car_sistemas/Perfil del egresado](http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt_car_sistemas/Perfil%20del%20egresado)

Reges, S. (2006). Back to basics in CS1 and CS2. *ACM SIGCSE Bulletin*, 38(1), 293–297. New York, New York, USA: ACM. doi:10.1145/1121341.1121432

Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and Teaching Programming : A Review and Discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.

Salmon, G. (2000). *E-moderating. The key to teaching and learning online*. Londres: Kogan Page.

Sherron, G. T., & Boettcher, J. V. (1997). *Distance learning: The shift to interactivity*. Gene (Vol. 17). CAUSE. Retrieved from <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/pub3017.pdf>

Sun, P., Tsai, R., Finger, G., Chen, Y., & Yeh, D. (2008). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), 1183-1202. doi:10.1016/j.compedu.2006.11.007

Taylor, J. (2001). Fifth generation distance education. *Higher education series*, (40). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.113.3781&rep=rep1&type=pdf>

Villalobos, J. A., & Calderón, N. A. (2009). Proyecto Cupi2 : un enfoque multidimensional frente al problema de enseñar y aprender a programar. *Revista investigaciones UNAD*, 8, 45-64.

Villalobos, J., Casallas, R., & Marcos, K. (2005). El reto de diseñar un primer curso de programación de computadores. *XIII Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación, Cali, Colombia* (pp. 1-12). Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:El+Reto+de+Diseñar+un+Primer+Curso+de+Programación+de+Computadores#0>

Yi, C., Liao, H., Zhou, W., Chen, T., & Qin, J. (2010). Re-engineering of computer engineering education based on CDIO Education Model. *Computer Science and Education (ICCSE), 2010 5th International Conference on* (pp. 746–750). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5593504

Zhang, A., & Cardella, M. (2010). Knowledge transmission and engineering teaching. *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences-Volume 1* (Vol. 1, pp. 1087–1094).

International Society of the Learning Sciences. Retrieved from
<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1854499>

Zinatelli, M., & Dube, M. A. (1999). “Engineering” Student Success: How Does It Happen and Who is Responsible? *JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION-WASHINGTON-*, 88(April), 149–152. AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. Retrieved from
<http://www.jee.org/1999/april/732.pdf>

VII - ANEXOS**Anexo 1. Ejemplos de AVAs.****Los AVA basados en el diseño de materiales autosuficientes y el aprendizaje auto dirigido**

El aprendizaje autodirigido es aquel que “se orienta hacia un objetivo establecido y sostenido en el tiempo por el propio aprendiz, que es capaz de planificar, desarrollar y regular sus propios procesos de aprendizaje orientados hacia la consecución del objetivo utilizando para ello los recursos más adecuados a su alcance”(Barbera & Rochera, 2008), es decir, que hablamos del aprendizaje independiente que se nombró anteriormente y para esto es necesario hablar de autonomía.

Se habla de autonomía no solo como un prerrequisito para este tipo de aprendizaje sino que también se habla de ésta como un objetivo del mismo; la profesora Constance Camii (1984) señala que la autonomía moral e intelectual deben ser parte de la formación, permitiendo y propiciando la autonomía (o generación de ideas propias de manera crítica) y evitando la heteronomía (implementación de ideas generales ajenas). Para entender lo anterior el ejemplo que utiliza es el de enseñar sumas en una clase de aritmética: si el niño está respondiendo cuánto da $5+8$ si dice 12 y el profesor lo corrige inmediatamente como un error, lo que se hace es evitar que se contrasten diferentes ideas y que él mismo pueda llegar a esa conclusión, de tal manera que se imponen ideas ajenas.

Entonces el diseño de un curso auto dirigido utilizando AVAs debe permitir la autonomía intelectual y, además, debe tener en cuenta la manera como se quiere enseñar. En este punto se ve que la tecnología mediadora en cualquier proceso de aprendizaje no es neutral porque al pensar la manera como se debe enseñar es necesario tomar una postura epistémica, en general se habla de varias corrientes de enseñanza como las que se nombraron en la sección 2.2. Como ejemplo de esa relación entre enfoques y herramientas se presenta en el siguiente cuadro se muestra una relación de tres de los principales enfoques teóricos y los materiales diseñados para cada una de las perspectivas:

	La perspectiva conductista	La perspectiva cognitiva	La perspectiva constructivista
Materiales entornos y	Práctica ejercitación. y Tutoriales automáticos	Tutoriales inteligentes. Materiales multimedia y hipermedia directivos	Sistemas hipermedia adaptativos. Micromundos informáticos, entornos de resolución de casos y problemas, entornos de simulación.
Concepción sobre el aprendizaje	Una reproducción pasiva del material que requiere ejercitación y práctica para ser memorizado. Se produce por ensayo y error con refuerzos y repetición	Un proceso activo consistente en buscar, seleccionar, procesar, organizar y memorizar la información.	Un proceso complejo de reconstrucción del contenido gracias a la actividad mental que despliega el alumno que implica capacidades cognitivas básicas, conocimientos previos, estrategias y estilos de aprendizaje, motivaciones, metas e intereses
Objetivos del aprendizaje	Aprendizaje y automatización de destrezas elementales	Aprendizaje de contenidos de diferente grado de complejidad, y aprendizaje de habilidades cognitivas y metacognitivas.	Aprendizajes de contenidos complejos y comprensión de relaciones entre conceptos, de habilidades cognitivas y metacognitivas, de resolución de problemas.
Presentación y	Formato textual.	Diferentes formatos	Diferentes formatos

organización del contenido	Contenido fragmentado en unidades pequeñas, itinerarios únicos.	de información: textual, gráfica, sonidos, imágenes estáticas y dinámicas. Establecimiento de secuencias de navegación con poca flexibilidad.	de información: textual, gráfica, sonidos, imágenes estáticas y dinámicas. Adaptación flexible de la presentación de los contenidos y de los sistemas de navegación en función de los objetivos, conocimientos, capacidades e intereses.
Control de aprendizaje	El material.	Prioritariamente el material, pero puede estar compartido por el material y el alumno.	Prioritariamente el alumno, pero puede estar compartido con el material.

Fuente: (Barbera & Roquera, 2008)

De acuerdo a las necesidades se definen, a saber, cuatro tipos de material autosuficiente y se describen a continuación:

Tipo de material autosuficiente	Características	Ejemplo
Material reproductivo-informático	<ul style="list-style-type: none"> - Repositorio de información. - Organizado y secuenciado. - El alumno debe seguir una secuencia lógica establecida desde el inicio. 	Tutorial automático sobre un programa informático
Material reproductivo-participativo	<ul style="list-style-type: none"> - Espacios abiertos con retroalimentación. - La retroalimentación positiva o negativa 	Ejercicios de cálculo en línea en los que se ha de resolver una batería de ejercicios (cálculo,

	<p>abre acceso a actividades más complejas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sigue una secuencia lógica. 	ortografía, etc.)
Material productivo-informativo	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene espacios abiertos (a menudo sin retroalimentación) y cerrados. - Tiene espacios de aportación de información y otros de búsqueda de información que se desconoce. - Se genera navegación abierta pero que solo es posible teniendo en cuenta una información previa dada con el material. 	Curso lineal de gramática en CD
Material productivo-participativo	<ul style="list-style-type: none"> - Espacios abiertos de práctica autónoma. - Aplicación abierta para acceder a un contenido que desconocen. - Hay retroalimentaciones y participación de los estudiantes. 	Curso el línea que permite la escritura y expresión por parte del estudiante

Fuente: (Coll & Monereo, 2008)

Los AVA basados en el análisis de casos y la resolución de problemas

Anteriormente ya hablamos del aprendizaje basado en casos (CBL) y el aprendizaje basado en problemas (PBL) como unas propuestas pedagógicas constructivistas que se caracterizan por “intentar que los alumnos sean aprendices activos, enfrentándoles a situaciones fundadas en problemas del mundo real y responsabilizándoles de su propio aprendizaje.” (Coll, Mauri, &

Onrubia, 2008) Además, estas dos propuestas pedagógicas comparten tres nociones básicas primordiales que se presentan a continuación:

- Sus objetivos educativos están enfocados en el desarrollo de competencias, en especial en las que tienen que ver con el seguimiento del proceso de construcción de conocimiento individual y grupal.
- Los contenidos de aprendizaje están diseñados teniendo en cuenta problemáticas que requieren un abordaje multidisciplinar y deben referir a problemas de la realidad (empresarial, académica o social).
- Proponen una metodología basada en el alumno y enfocada a que el profesor sea guía orientador del proceso que ofrece las ayudas adecuadas y evalúa teniendo como principal objetivo el proceso y no el resultado.
- Ambas propuestas apuestan por la significatividad y funcionalidad del aprendizaje que se espera asegurar aprendiendo en contexto y por el aprender haciendo.

De las anteriores características comunes se pueden empezar a perfilar dos tipos de necesidades que se deben tener en cuenta, en primer lugar están las necesidades que se refieren al AVA, si se quiere pensar como herramienta de apoyo para propuestas pedagógicas como PBL o como CBL. En segundo lugar, están las características que tienen que ver con los aspectos pedagógicos. En la tabla 6 se presentan algunas características a tener en cuenta para la selección de una herramienta (AVA) de un curso PBL o CBL (Coll et al., 2008; M. A. Dahlgren & Dahlgren, 2002; Gijbels, Dochy, Van den Bossche, & Segers, 2005):

Necesidades	
Herramienta	Gestionar tiempo y espacio (virtuales).
	Acceder y presentar casos y problemas.
	Acceder y presentar contenidos de aprendizaje.
	Incluir materiales multimedia e hipermedia tanto en los casos y problemas como en los contenidos de apoyo al estudio.

Autorregulación del aprendizaje.

Construcción individual y grupal del conocimiento (colaborativa).

Fortalecimiento del planteamiento inicial del caso.

Permitir retroalimentaciones.

Seguir, evaluar y hacer tutorías.

Tabla 6: PBL.

Además de las necesidades anteriores, es importante aclarar que si se requiere incluir en el curso comunicación sincrónica entonces se requerirá también que la herramienta permita y ofrezca chats, video conferencias, entre otros. Sin embargo, y teniendo en cuenta lo que ya se ha dicho, el uso de esta herramienta depende de una serie de apuestas pedagógicas que deben buscar satisfacer unos mínimos en un perfil de un ingeniero tal como lo es

“(1) su conocimiento de los hechos que conocen y entienden los conceptos, (2) los conocimientos que utilizan en la gestión y la aplicación de sus conocimientos, -tales como computación, experimentación, análisis, síntesis/diseño, evaluación, comunicación, liderazgo y trabajo en equipo-; (3) las actividades que determinan los objetivos hacia los cuales sus habilidades y conocimientos se dirigirán –los valores personales, las preocupaciones, las preferencias y los prejuicios” (R. M. Felder, Woods, Stice, & Rugarcia, 2000, citado en Jiménez Builes, Meneses Pavony, & Serna Álvarez, 2008)

En la tabla 7 se presenta una serie de necesidades pedagógicas e instruccionales que deberían tener como objetivo promover, sostener y guiar el desarrollo de distintas maneras de organización conjunta que faciliten el proceso de aprendizaje y de construcción individual y colaborativa del conocimiento por parte del alumno, así como la construcción de conocimiento significativo, relevante, pertinente y progresivamente complejo (Coll et al., 2008).

Con la información de las dos tablas es suficiente para notar que las iniciativas pedagógicas PBL y CBL pueden fácilmente verse enriquecidas (y en algunos casos incluso se ve la necesidad) por herramientas propuestas en el ámbito del aprendizaje colaborativo tales como CSBL (*Computer*

Supported Collaborative Learning) las cuales se guían por la pregunta de cómo las TIC pueden facilitar la aparición y desarrollo de colaborativos en situaciones de enseñanza aprendizaje.

Adoptar una perspectiva teórica constructivista

Potenciar las características de los materiales utilizando una amplia gama de formatos y lenguajes

Incluir dentro de los objetivos educativos competencias específicas

Competencias de construcción de un conocimiento de base amplia que sea flexible y complejo

Competencias de autorregulación del aprendizaje y del proceso de construcción del conocimiento

Competencias de colaboración en la construcción del conocimiento

Pedagogía

Los contenidos deben cumplir características para confirmar el método (CBL o PBL)

Decidir su organización en torno a los casos o problemas realistas

Organizar su secuenciación teniendo en cuenta progresión de complejidad y redes de significados.

Garantizar que incluyen conceptos procedimientos y actitudes variadas

Garantizar que su procedencia sea multidisciplinar

Diseñar actividades de enseñanza y aprendizaje que satisfagan diversos requisitos.

Variedad de actividades que busquen utilizar las diversas herramientas que orienten a profundizar, hacer avanzar y a compartir las perspectivas sobre

el caso o problema.

Alinear las actividades de aprendizaje con las fases del estudio del caso o problema.

Adoptar una organización social de las actividades variada que permita la construcción colaborativa de conocimiento

Otorgar al profesor el rol de mediador de las actividades de construcción de conocimiento tanto individual como grupal, concretando ese papel en cada una de las actividades.

Aprovechar las posibilidades de la interacción entre alumnos como fuente de ayuda educativa.

Diseñar actividades de evaluación que satisfagan diversos requisitos.

Su principal objetivo debe ser contribuir a regular, orientar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y los resultados obtenidos.

Debe ayudar a la obtención de evidencias necesarias para conocer el grado de consecución de los objetivos.

Debe utilizar la variedad de interacciones sociales disponibles.

Permitir retroalimentación como principal cualificación de los resultados.

Permitir la presencia del profesor como mediador en todas las partes del proceso evaluativo.

Tabla 7: pedagogía y entornos colaborativos.

Los AVA basados en el trabajo en grupo y el aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo es uno de los modelos pedagógicos más difundidos y del cual se está investigando más actualmente en los diversos centros académicos del mundo. Este interés está dado, en parte, al creciente uso de las TICs y a las facilidades que brindan estas para compartir y construir conocimiento. Es aún más llamativo cuando se comprende que en este modelo educativo se entiende el conocimiento como un constructo social que es más efectivo cuando hay varias interacciones interpersonales y la posibilidad de compartir el conocimiento se equipara a fortalecimiento y mayor apropiación del mismo, es decir, este modelo asume que cuando el conocimiento es formulado y es compartido por los individuos, éste se fortalece y entre más individuos más se aprende (Li, 1997).

En cuanto al rol del profesor en entornos de aprendizaje colaborativo, es importante aclarar que es diferente a lo nombrado anteriormente. El profesor, en este caso, tiene como objetivo principal maximizar las interacciones entre los participantes y, asimismo, aumentar el compartimiento de información y conocimiento haciendo uso de debates, foros, y otros espacios sociales en los que los participantes puedan aportar y mostrar su manera de solucionar los problemas. Es importante aclarar que plantear un modelo colaborativo en el cual los participantes compitan entre ellos puede ser problemático ya que no instaría a colaborar y compartir sino todo lo contrario.

Para comprender las apuestas pedagógicas de esta propuesta vale la pena seguir la propuesta presentada en Dillenbourg, Baker, Blaye, & O'Malley (1996), en donde se explican tres paradigmas sobre alumnos en contextos presenciales, y son, a saber, los paradigmas del efecto, el de las condiciones y el de interacción. El *paradigma del efecto* surge de unas investigaciones hechas entre 1970 y 1980, con las cuales se demostró que una organización cooperativa puede producir mejores resultados de aprendizaje, pero esto no se da automáticamente ni en todos los casos. El *paradigma de las condiciones* es resultado de ese último descubrimiento, pues los estudios fueron enfocándose a cuáles condiciones permiten y facilitan que la organización cooperativa mejore efectivamente el rendimiento y el aprendizaje de parte de los alumnos, como resultado de estas investigaciones se encuentran tres características generales que influyen en la efectividad de este modelo que son las siguientes: la composición del grupo (tamaño, edad,

genero, entre otras); Las características de las actividades o contenido de aprendizaje; la actuación del profesor (rol que toma en la relación enseñanza aprendizaje). Por último, *el paradigma de la interacción* rescata la complejidad de esas características nombradas anteriormente, demostrando que las relaciones entre esas características son complejas e interdependientes. La preocupación de este paradigma gira en torno a la pregunta de cómo desarrollar maneras de aumentar la probabilidad de que ocurran este tipo de interacciones colaborativas, para esto es necesario “[e]structurar por anticipado el proceso de colaboración de manera que se favorezca la aparición de interacciones productivas entre los alumnos(...), y regular por parte del profesor, de manera interactiva o retroactiva, las interacciones efectivamente desarrolladas por los alumnos a lo largo del proceso” (Onrubia, Colomina, & Engel, 2008).

El aprendizaje colaborativo mediado por ordenador (Computer Supported Collaborative Learning –CSCL–)

El CSCL es una nueva rama de la educación que busca poner en práctica el aprendizaje colaborativo utilizando las TICs como herramienta que potencia ese modelo. En cuanto a tradiciones académicas que han aportado al desarrollo del CSCL y son, a saber, la investigación sobre la diversidad de interacciones entre alumnos a la que se hizo referencia anteriormente y la investigación del trabajo colaborativo mediado por computador [Computer Supported Collaborative Work (CSCW)].

En términos generales, el CSCL comienza como una rama del CSCW en la cual, las teorías desarrolladas para trabajo colaborativo se utilizaron para crear teorías de enseñanza aprendizaje.

En términos generales,

El CSCL busca propiciar espacios en los cuales se posibilite el desarrollo de habilidades individuales y grupales a partir de la discusión entre los estudiantes, en el momento de explorar nuevos conceptos. Podría definirse como un conjunto de métodos de instrucción y entrenamiento apoyados con tecnología, así como estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social) donde cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como el aprendizaje del grupo.(Jiménez Builes et al., 2008)

Para comprender el CSL se han hecho diferentes propuestas para analizar las interacciones entre los estudiantes, en una primera propuesta el foco de atención lo tiene la calidad individual de las intervenciones (Henri en (Onrubia et al., 2008)) teniendo en cuenta cinco dimensiones (ver tabla 8) que ayudarán a generar características y contrastes con las discusiones que tienen los estudiantes de manera presencial. El principal problema de esta propuesta es que al estar enfocada en el análisis de las intervenciones individuales de los estudiantes se deja de lado la construcción colaborativa y cooperativa de conocimiento que se produce a lo largo de las interacciones.

Dimensión	Descripción
Participativa	Número de intervenciones de cada estudiante.
Interactiva	Remite a la interconexión y las referencias mutuas entre las aportaciones de los participantes.
Cognitiva	Refiere al nivel y tipo de procesamiento de la información en las aportaciones de los estudiantes.
Metacognitiva	Relacionada con el conocimiento y habilidades metacognitivas que los estudiantes muestren en las actividades.
Social	Remite a las aportaciones de los participantes que no se relacionan directamente con el contenido o actividad.

Tabla 8: dimensiones CSL.

Como segunda propuesta, surge una alternativa que centra el foco de atención al proceso de construcción conjunta de significados por parte de los participantes, uno de los ejemplos de esta propuesta es el presente en Gunawardena & Anderson (1997) que proponen un modelo de procesos de aprendizaje colaborativo mediado por computador que tiene cinco fases son, a saber, compartir y comparar información, descubrir y explorar las inconsistencias entre ideas y

conceptos, negociar significados o co-construir conocimiento, probar y modificar la síntesis y aplicar el nuevo conocimiento.

Por último cabe señalar que así como hay varias propuestas sobre el manejo de contenido y relaciones en este tipo de cursos también hay propuestas específicas sobre el rol del profesor. En este caso el profesor se aleja de la propuesta clásica de profesor que sabe todo y lo transmite y empieza a ser más un *tutor al lado* cuyas intervenciones deben procurar mantener el interés de los estudiantes en el debate y su ánimo a debatir. Su rol es de facilitador y dinamizador del debate (Salmon, 2000), que es toda una nueva propuesta que está tomando cada vez más fuerza.



Anexo 2. Resultados Encuesta sobre herramientas didácticas.






Encuesta sobre herramientas pedagógicas

1. Las herramientas didácticas utilizadas en el curso fueron:		
		Porcentaje de respuestas
Tablero		29,0%
Diapositivas.		16,0%
Diversos medios multimedia (videos, animaciones, imágenes móviles, sonidos)		13,0%
BlackBoard (uvirtual)		19,0%
Otro (especifique)		23,0%




En la sección otros se presenta como respuesta más común la de todos los anteriores, sin embargo, fueron comunes también, diapositivas y tablero y Blackboard y tablero. Lo que nos sugiere que el tablero es por mucho la herramienta más utilizada en el curso, seguida de Blackboard.



2. Califique las siguientes características de las herramientas utilizadas					
	1	2	3	4	Valoración media
Utilidad	2,0%	13,0%	36,0%	49,0%	3,32
Claridad	1,0%	16,0%	34,0%	49,0%	3,31
Calidad	0,0%	15,0%	31,0%	54,0%	3,39

3. ¿Se utiliza la plataforma BlackBoard (uvirtual) en su curso?		
		Porcentaje de respuestas
Sí		86,0%
No		14,0%

4. Si la respuesta es positiva ¿De qué manera se utiliza la plataforma?		
		Porcentaje de respuestas
Se utiliza para guardar archivos con el fin de que los estudiantes los descarguen		76,7%
Se utiliza para armar foros y discusiones sobre los temas de la materia		4,7%
Se utilizan las herramientas de envío y recepción de archivos y trabajos (buzón de transferencia digital, foros, entre otros)		38,4%
Se utilizan las herramientas de comunicación para las clases (chat, blackboard, calendario, anuncios, entre otros)		23,3%
Otro (especifique)		4,7%

Como respuesta a la pregunta abierta encontramos que la respuesta más común es que se utiliza para enviar quices y talleres, lo que puede hacerse corresponder con la primera opción de respuesta, así que aproximadamente un 80% hizo referencia a que en su curso se utilizan las herramientas de repositorio de Blackboard. Vemos también que la manera de utilización menos utilizada en los cursos es la de comunicación y debates, los foros, los chats, entre otros se utilizan muy poco.

5. Cree usted que la herramienta (BlackBoard) es		
		Porcentaje de respuestas
Mala		2,0%
Regular		26,0%
Buena		72,0%

6. ¿Cree usted que se le facilitaría el aprendizaje de los conceptos de Pensamiento algorítmico si se utilizara más la plataforma?		
		Porcentaje de respuestas
Si		47,0%
No		53,0%

7. ¿De qué manera se puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje de Pensamiento algorítmico?

Después de los análisis de las respuestas abiertas, se puede llegar a generalizar las siguientes propuestas de parte de los estudiantes:

- Los proyectos, talleres y parciales deben tener más relación con las carreras
- Curso de introducción a pensamiento algorítmico, es necesario que se incluya formación en lógica antes de iniciar la resolución de problemas.
- Se debe hacer retroalimentación más seguido y personalizada.
- El proyecto se debe plantear desde principio del semestre.
- Las actividades deben ser más lúdicas con mejores herramientas didácticas.
- Los enunciados de los talleres, parciales y proyectos deben ser más claros y relacionados con las carreras.
- Monitorias dadas por el profesor.
- Debates.

- Vale la pena hacer un mayor énfasis en los conceptos para que queden claros y se sepan aplicar en la resolución de problemas.

8. ¿Estaría dispuesto a utilizar las herramientas de Blackboard tales como foros, chats, clases virtuales, entre otras?		
		Porcentaje de respuestas
Sí		82,0%
No		18,0%



Análisis sobre los resultados.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de esta encuesta era evidenciar las herramientas didácticas empleadas en el aula y afrontar esto a Blackboard Learning System, se pueden generar las siguientes conclusiones de los resultados presentados anteriormente:

- Se evidencia que hay un desligamiento entre el avance tecnológico de las herramientas didácticas y la eficacia de los procesos enseñanza aprendizaje en esta asignatura. Vemos que aunque el tablero es por mucho la herramienta más utilizada hay una gran aceptación de la utilidad, calidad y claridad de ésta como herramienta didáctica²⁴.
- Es evidente también que la herramienta Blackboard Learning System está siendo sub utilizada y se está utilizando en la gran mayoría de los casos como repositorio. Sin embargo, hay una disposición general de los estudiantes por explorarla y utilizarla para mejorar su experiencia de aprendizaje.
- Se nota una necesidad clara por parte de los estudiantes por más espacios de discusión y retroalimentación. También se evidencia que los estudiantes quieren que los ejercicios, talleres y evaluaciones tengan más relación con el contexto de su carrera.

²⁴ Esto hizo que se lograra desligar el modelo de los AVAS y llevó a concluir que el modelo pedagógico debe ser pensado antes de las herramientas que se quieren utilizar.

Anexo 3. Encuesta sobre metodologías pedagógicas.

1. ¿De qué manera se desarrolla la clase?		Porcentaje de respuestas
Magistral (en su mayoría el profesor es el que habla y da la clase)		10,0%
Talleres (unicamente la clase se centra en los talleres).		3,0%
Talleres y Magistral.		71,0%
Participativa (la clase se centra en las dudas de los estudiantes)		16,0%
		Otro (especifique)

2. Califique de 1 (muy malas) a 4 (muy buenas) las siguientes habilidades de su profesor					
	1	2	3	4	Valoración media
Claridad de expresión oral	0,0%	5,0%	30,0%	65,0%	3,60
Claridad de expresión escrita	1,0%	7,0%	45,0%	47,0%	3,38
Actitud hacia los estudiantes	0,0%	4,0%	26,0%	70,0%	3,66
Habilidades para hacerse entender	2,0%	8,0%	37,0%	53,0%	3,41
Metodología de clase	2,0%	13,0%	38,0%	47,0%	3,30
Preparación de la clase	0,0%	3,0%	18,0%	79,0%	3,76

3. ¿Cree usted que su profesor está preparado para impartir esta materia?

	Porcentaje de respuestas
Si	98,0%
No	2,0%




4. Califique las siguientes características de los talleres o actividades desarrolladas en clase

	1	2	3	4	Valoración media
Claridad	0,0%	11,0%	47,0%	42,0%	3,31
Utilidad para la materia	0,0%	9,0%	36,0%	55,0%	3,46
Utilidad para su profesión	19,2%	17,2%	43,4%	20,2%	2,65

5. ¿De qué manera hace su profesor la retroalimentación de los talleres o actividades desarrolladas en clase?

	Porcentaje de respuestas
Personal.	8,0%
Grupal.	85,0%
No hace retroalimentación.	7,0%

6. Califique las siguientes características de los Parciales					
	1	2	3	4	Valoración media
Claridad	7,0%	37,0%	38,0%	18,0%	2,67
Utilidad para la materia	5,0%	12,0%	45,0%	38,0%	3,16
Utilidad para su profesión	22,0%	18,0%	36,0%	24,0%	2,62

7. ¿De qué manera hace su profesor la retroalimentación de los Parciales?		
		Porcentaje de respuestas
Personal.		12,0%
Grupal.		73,0%
No hace retroalimentación.		15,0%

Análisis sobre los resultados.

El objetivo principal de esta encuesta era observar las metodologías propuestas por los profesores y afrontarlo a lo que sus estudiantes sentían y a la efectividad de éstas. Por otro lado, se esperaba evidenciar de qué manera se hace la retroalimentación en las clases dado que este es un punto de vital importancia en la formación por competencias. A continuación se presentan las principales conclusiones de las preguntas presentadas anteriormente:

- Las retroalimentaciones se hacen en la gran mayoría de manera grupal, lo que indica que se deja de lado la particularidad de cada estudiante y de su proceso de aprendizaje. Si bien vemos que los estudiantes sienten que sus profesores están preparados para impartir la asignatura, este descuido a la hora de retroalimentar los talleres y parciales hace que sea necesario prestar atención en los procesos de formación docente.

- Hay una gran diferencia entre la utilidad de las actividades para comprender los conceptos de la asignatura y la utilidad que los estudiantes sienten de estas para sus asignaturas. Es necesario empezar a evaluar desde contextos específicos para que los estudiantes vean la necesidad cada vez mayor de adquirir estas competencias de resolución de problemas.

- No hay mucha innovación en cuanto a metodologías, los profesores tienden a impartir la asignatura de la misma manera como ellos la tomaron: talleres y magistral. Teniendo en cuenta el perfil de los estudiantes que están entrando a las carreras de ingeniería es necesario fortalecer la capacidad de innovar en métodos pedagógicos y proponer nuevos en el aula.

Anexo 4. Computing Curricula ACM/IEEE-CS caso Pensamiento algorítmico²⁵.

Pensamiento
Algorítmico

Common Competences	C1.	C1. An intellectual understanding and the ability to apply mathematical foundations and computer science theory.	7
	C2.	C2. Ability to have a critical and creative perspective in identifying and solving problems using computational thinking.	10
	C3.	C3. An intellectual understanding of, and an appreciation for, the central role of algorithms and data structures.	10
	C4.	C4. An understanding of computer hardware from a software perspective, for example, use of the processor, memory, disk drives, display, etc.	5
	C5.	C5. Ability to implement algorithms and data structures in software.	20
	C6.	C6. Ability to design and implement larger structural units that utilize algorithms and data structures and the interfaces through which these units communicate.	3
	C7.	C7. Being able to apply the Software engineering principles and technologies to ensure that software implementations are robust, reliable, and appropriate for their intended audience.	
	C8.	C8. Understanding of what current technologies can and cannot accomplish.	
	C9.	C9. Understanding of computing's limitations, including the difference between what computing is inherently incapable of doing vs. what may be accomplished via future science and technology.	
	C10.	C10. Understanding of the impact on individuals, organizations, and society of deploying technological solutions and interventions.	

²⁵ Este ejercicio se hizo teniendo en cuenta la opinión del ingeniero José Hernando Hurtado Rojas y debe ser discutida por los demás profesores del departamento para darle validez y continuar con el proceso.

	C11.	C11. Understanding of the concept of the lifecycle, including the significance of its phases (planning, development, deployment, and evolution).	5
	C12.	C12. Understanding the lifecycle implications for the development of all aspects of computer-related systems (including software, hardware, and human computer interface).	
	C13.	C13. Understanding the relationship between quality and lifecycle management.	
	C14.	C14. Understanding of the essential concept of process as it relates to computing especially program execution and system operation.	5
	C15.	C15. Understanding of the essential concept of process as it relates to professional activity especially the relationship between product quality and the deployment of appropriate human processes during product development.	
	C16.	C16. Ability to identify advanced computing topics and understanding the frontiers of the discipline.	
	C17.	C17. Ability to express in oral and written media as expected from a graduate.	
	C18.	C18. Ability to participate actively and coordinated in a team.	
	C19.	C19. Ability to effectively identify the goals and priorities of their work / area / project stating the action, the time and resources required.	5
	C20.	C20. Ability to connect theory and skills learned in academia to real-world occurrences explaining their relevance and utility.	5
	C21.	C21. Understanding the professional, legal, security, political, humanistic, environmental, cultural and ethical issues.	
	C22.	C22. Ability to demonstrate attitudes and priorities that honor, protect, and enhance the profession's ethical stature and standing.	
	C23.	C23. Ability to undertake, complete, and present a capstone project.	
	C24.	C24. Understanding the need for lifelong learning and improving skills and abilities.	
	C25.	C25. Ability to communicate in a second language.	5
		Competences and skills relating to computer science are abilities to:	
Computer Science Competences	CS1.	CS1. Model and design computer-based systems in a way that demonstrates comprehension of the tradeoff involved in design choices.	
	CS2.	CS2. Identify and analyze criteria and specifications appropriate to specific problems, and plan strategies for their solution.	20
	CS3.	CS3. Analyze the extent to which a computer-based system meets the criteria defined for its current use and future development.	

	CS4.	CS4. Deploy appropriate theory, practices, and tools for the specification, design, implementation, and maintenance as well as the evaluation of computer-based systems.	
		Practical capabilities and skills relating to computer science are abilities to:	
	CS5.	CS5. Specify, design, and implement computer-based systems.	
	CS6.	CS6. Evaluate systems in terms of general quality attributes and possible tradeoffs presented within the given problem.	
	CS7.	CS7. Apply the principles of effective information management, information organization, and information-retrieval skills to information of various kinds, including text, images, sound, and video. This must include managing any security issues.	
	CS8.	CS8. Apply the principles of human-computer interaction to the evaluation and construction of a wide range of materials including user interfaces, web pages, multimedia systems and mobile systems.	
	CS9.	CS9. Identify any risks (and this includes any safety or security aspects) that may be involved in the operation of computing equipment within a given context.	
	CS10.	CS10. Deploy effectively the tools used for the construction and documentation of software, with particular emphasis on understanding the whole process involved in using computers to solve practical problems. This should include tools for software control including version control and configuration management.	
	CS11.	CS11. Be aware of the existence of publicly available software and understanding the potential of open-source projects.	
	CS12.	CS12. Operate computing equipment and software systems effectively.	

Information Systems Competences	IS1.	IS1. Identify, understand and document information systems requirements.	
	IS2.	IS2. Account for human-computer interfaces and intercultural differences, in order to deliver a good-quality user experience.	
	IS3.	IS3. Design, implement, integrate and manage IT systems, enterprise, data and application architectures.	
	IS4.	IS4. Manage information systems projects, including risk analysis, financial studies, budgeting, procurement and development, and to appreciate the problems of information systems maintenance.	
	IS5.	IS5. Identify, analyze and communicate problems, options and solution alternatives, including feasibility studies.	
	IS6.	IS6. Identify and understand opportunities created by technological innovations.	

	IS7.	IS7. Appreciate the relationships between business strategy and information systems, architecture and infrastructure.	
	IS8.	IS8. Understand business processes and the application of IT to them, including change management, control and risk issues.	
	IS9.	IS9. Understand and implement secure systems, infrastructures and architectures.	
	IS10.	IS10. Understand performance and scalability issues.	
	IS11.	IS11. Manage existing information systems including resources, maintenance, procurement and business continuity issues.	
Software Engineering Competences	SE1.	SE1. Develop, maintain and evaluate software systems and services to meet all user requirements and behave reliably and efficiently, are affordable to develop and maintain and meet quality standards, applying the theories, principles, methods and best practices of Software Engineering	
	SE2.	SE2. Assess customer needs and specify the software requirements to meet these needs, reconciling conflicting goals by finding acceptable compromises within the constraints arising from the cost, time, the existence of systems already developed and the organizations themselves	
	SE3.	SE3. Solve integration problems in terms of strategies, standards and technologies available.	
	SE4.	SE4. Work as an individual and as part of a team to develop and deliver quality software artifacts. Understand diverse processes (activities, standards and lifecycle configurations, formality as distinguished from agility) and roles. Perform measurements and analysis (basic) in projects, processes and product dimensions.	
	SE5.	SE5. Reconcile conflicting project objectives, finding acceptable compromises within limitations of cost, time, knowledge, existing systems, organizations, engineering economics, finance and the fundamentals of risk analysis and management in a software context.	
	SE6.	SE6. Design appropriate solutions in one or more application domains using software engineering approaches that integrate ethical, social, legal, and economic concerns.	
	SE7.	SE7. Demonstrate an understanding of and apply current theories, models, and techniques that provide a basis for problem identification and analysis, software design, development, construction and implementation, verification and validation, documentation and quantitative analysis of design elements and software architectures.	

	SE8.	SE8. Demonstrate an understanding of software reuse and adaptation, perform maintenance, integration, migration of software products and components, prepare software elements for potential reuse and create technical interfaces to components and services.	
	SE9.	SE9. Demonstrate an understanding of systems of software and their environment (business models, regulations).	
Computer Engineering Competences	CE1.	CE1. Specify, design, build, test, verify and validate digital systems, including computers, microprocessor-based systems and communications systems.	
	CE2.	CE2. Develop specific processors and embedded systems and software development and optimization of such systems.	
	CE3.	CE3. Analyze and evaluate computer architectures, including parallel and distributed platforms, as well as developing and optimizing software for them.	
	CE4.	CE4. Design and implement software for communications system.	
	CE5.	CE5. Analyze, evaluate and select hardware and software platforms suitable for application support and real-time embedded systems.	
	CE6.	CE6. Understand, implement and manage the security and safety systems.	
	CE7.	CE7. Analyze, evaluate, select and configure hardware platforms for the development and implementation of software applications and services.	
	CE8.	CE8. Design, deploy, administer and manage computer networks.	
Information Technology Competences	IT1.	IT1. Design, implement, and evaluate a computer-based system, process, component, or program to meet desired needs within an organizational and societal context.	
	IT2.	IT2. Identify and analyze user needs and take them into account in the selection, creation, evaluation and administration of computer-based systems.	
	IT3.	IT3. Integrate effectively IT based solutions, including the user environment.	
	IT4.	IT4. Function as a user advocate, explain, apply appropriate information technologies and employ best practices standards and appropriate methodologies to help an individual or organization achieve its goals and objectives.	
	IT5.	IT5. Assist in the creation of an effective project plan and function as a user advocate.	

	IT6.	IT6. Manage the information technology resources of an individual or organization.	
	IT7.	IT7. Anticipate the changing direction of information technology and evaluate and communicate the likely utility of new technologies to an individual or organization.	

Anexo 5. Perfil del ingeniero de sistemas.

Perfil del egresado (Pontificia Universidad Javeriana, 2011)

El perfil de nuestro egresado responde a la formación integral de las personas en el cual se enmarca nuestro Proyecto Educativo. El Ingeniero de Sistemas Javeriano, como tal, es un proponente de soluciones que entiende la relación entre la construcción de software, los sistemas de información y las organizaciones.

Concebimos a nuestro ingeniero de sistemas como un agente de cambio que debe constituirse en un verdadero integrador de la tecnología y las organizaciones teniendo como eje central a las personas y su calidad de vida, acorde con los retos presentes y futuros de nuestra disciplina.

El Ingeniero de Sistemas Javeriano debe tener en cuenta los problemas humanos y organizacionales implícitos en la implantación de las soluciones informáticas con el fin de que éstas puedan ser llevadas a cabo, eficiente y eficazmente.

Para lograr este cometido son clave el liderazgo, la innovación tecnológica, el emprendimiento, el trabajo en equipo, la investigación formativa aplicada y pertinente y la responsabilidad social.

Perfil Ocupacional:

En este sentido, el profesional en Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana debe estar en capacidad de realizar las siguientes actividades: proponer, modelar, adaptar, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener soluciones informáticas así como planear, gestionar y liderar proyectos informáticos.

El ingeniero de sistemas Javeriano, según su énfasis, se desempeña en cualquiera de las siguientes áreas:

Sistemas de Información y Gestión del Conocimiento: Gestionando estrategias, procesos, tecnologías y herramientas necesarias para convertir los datos en información, la información en conocimiento y el conocimiento en planes que conduzcan a acciones de negocio rentables.

Arquitecturas y Construcción de Software: Dirigiendo, diseñando y construyendo aplicaciones informáticas complejas, compuestas por módulos de software que se comunican entre sí, para que de manera integrada puedan contribuir en el cumplimiento de los objetivos generales de una organización.

Comunicaciones, Redes y Dispositivos Móviles: Construyendo soluciones seguras, oportunas y eficientes para el intercambio de datos e información entre organizaciones, personas, sistemas computacionales y dispositivos móviles.

Computación Gráfica y Realidad Virtual: Construyendo modelos e imágenes por computador que simulen la realidad, permitiendo crear aplicaciones que apoyen procesos de diversas áreas como medicina, medio ambiente, entretenimiento (juegos), entre otros.

Sistemas Inteligentes y Robótica: Diseñando estrategias y programando robots para automatizar procesos que apoyen significativamente la producción de las empresas y la vida de las organizaciones, y que suplanten al ser humano en tareas riesgosas y repetitivas.

Otras Áreas de Interés: Debido al carácter interdisciplinario de la carrera, el egresado se puede involucrar en otras áreas de su interés (Ej. Bioinformática, Nanotecnología).

Anexo 6. CDIO Syllabus.

Ver http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf

Anexo 7. Programa Pensamiento Algorítmico, Pontificia Universidad Javeriana.

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Nombre de la asignatura (Curso)	Pensamiento Algorítmico	
Código de la asignatura (ID Curso)	4206	
Fecha de Actualización	21 de Julio de 2011	
Intensidad horaria semanal	Horas Contacto	Horas Trabajo Independiente
	4	5
Créditos Académicos (Unidades)	3	
Condiciones de Inscripción (Pre-requisitos)	-	
Período Académico de Vigencia	2011-03	
Objetivos		
<ul style="list-style-type: none"> • El objetivo principal es estimular su capacidad para enfrentar la solución de problemas y lograr que el estudiante desarrolle una nueva forma de pensar para que pueda emplear el computador como herramienta para la solución de problemas. • El alumno al terminar el curso estará en capacidad de aplicar los tres paradigmas de pensamiento que constituyen la disciplina de la Informática: teoría, abstracción y diseño. • Para lograr el objetivo se utilizan metodologías que ayudan a la definición y desarrollo de algoritmos. Igualmente en la segunda parte del curso, se utiliza una herramienta para la programación (lenguaje C/C++) para así implementar las soluciones algorítmicas en el computador. 		
Habilidades que contribuye a desarrollar		
<p>Estimular la capacidad para entender el planteamiento de problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir varias alternativas para solucionar un problema y seleccionar la alternativa más viable. • Estimular la destreza para solucionar problemas mediante algoritmos. • Desarrollar los conocimientos de programación básica. • Desarrollar la habilidad para implementar los algoritmos diseñados en un lenguaje de programación. 		

Estrategias Pedagógicas

1. Aprendizaje Directivo Mediado (Clases magistrales)

2. Proyecto

3. Aprendizaje Colaborativo (Trabajo en grupo)

4. Talleres basados en problemas

Práctica: Interacción estudiante-profesor Apoyado por: Herramientas Tecnológicas de Interacción (Blackboard)

Práctica: Revisión Bibliográfica Apoyado por: Herramientas Tecnológicas Biblioteca

Evaluación

Primer Parcial 25%

Segundo Parcial 25%

Tercer Parcial 25%

Proyecto 15%

Primera Entrega (Diseño) 5%

Entrega Final y Sustentación 10%

Quices y Talleres 10%

Los parciales se realizan de manera conjunta para todas las clases. Se permite durante el parcial el uso de una hoja blanca tamaño carta con sus propios apuntes. Dicha hoja debe estar escrita a mano y debe ser original (es decir, no se permiten hojas hechas en computador o impresas por cualquier otro medio, ni se permiten fotocopias). Tampoco se permite el préstamo de hojas durante el examen; esta situación es catalogada como fraude.

Tal como lo especifica el reglamento de estudiantes de la Universidad, cualquier intento de fraude en las evaluaciones de la asignatura (tareas, quices, parciales, ensayos, exposiciones, etc.) se considera falta grave y podrá dar origen a la apertura de un proceso disciplinario que podría acarrear sanciones disciplinarias consignadas en el capítulo 6 del Reglamento de Estudiantes

BIBLIOGRAFÍA	
TEXTO GUÍA	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<p>Solución de Problemas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Amestoy de Sánchez, Margarita, <i>Desarrollo de habilidades del pensamiento Razonamiento Verbal y Solución de Problemas</i>, Editorial Trillas 2. Amestoy de Sánchez, Margarita, <i>Desarrollo de habilidades del pensamiento Procesos Básicos del Pensamiento</i>, Editorial Trillas 3. Amestoy de Sánchez, Margarita, <i>Desarrollo de habilidades del pensamiento : Procesos Directivos, Ejecutivos y de Adquisición de Conocimiento</i>, Editorial Trillas 4. Peña, Monica, <i>El Problema</i> 5. Polya, George, <i>Como Plantear y Resolver Problemas</i>, Editorial Trillas 6. Wood, Larry E, <i>Estrategias de Pensamiento, Ejercicios de Agilidad Mental</i>, Editorial Labor 7. Rueda Serrano, Jairo, <i>Matemática divertida</i>, Sistemas & Computadores 8. Bolt, Brian, <i>Actividades matemáticas</i>, Editorial Labor 9. Bolt, Brian, <i>Divertimentos matemáticos</i>, Editorial Labor 10. Bolt, Brian, <i>Más actividades matemáticas</i>, Editorial Labor 11. Bolt, Brian, <i>Aún más actividades matemáticas</i>, Editorial Labor 12. Mataix Lorda, Mariano, <i>Fácil, menos fácil y difícil : 100 problemas de logica y matemáticas</i>, Editorial Marcombo 13. Castro Ch, Iván, <i>El arte de razonar</i>, Pontificia Universidad Javeriana, 2003 14. Rosen Kenneth, <i>Matemática Discreta y sus aplicaciones</i>, Quinta Edición, McGraw Hill, 2004 <p>Algoritmos</p> <ol style="list-style-type: none"> 15. Cairó Osvaldo, <i>Metodología de la programación</i>, Segunda Edición, AlfaOmega , 2003 16. Joyanes Aguilar, Luis <i>Fundamentos de Programación</i>, Ed. McGraw Hill 17. Joyanes Luis, <i>Problemas de Metodología de la Programación</i>, Mc Graw Hill 18. Becerra, César <i>Algoritmos: Conceptos Básicos</i> , 1995

	<p>Solución de problemas apoyados en el Computador</p> <p>19. Savitch Walter, <i>Resolución de Problemas con C++</i>, Ed. Pearson</p> <p>20. Deitel H.M., <i>Como Programar en C/C++</i>, Segunda Edición. Prentice Hall. 1995</p> <p>21. Joyanes, Luis, <i>Programación en C++</i>, McGraw Hill. 2000</p> <p>22. Mata Toledo, Ramón <i>Introducción a la programación</i>, McGraw Hill, 2001</p>
--	--

Contenidos Temáticos				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción 2. Solución de problemas 3. Solución de problemas utilizando algoritmos 4. El computador herramienta de la programación 5. Uso de una herramienta de programación 				
Sem	Clase	Temas	Referencia Bibliográf.	Actividades Trabajo Independiente
1	1	<p>TEMA: Presentación del Curso</p> <p>Objetivos del curso</p> <p>Método para solución de problemas</p> <p>Fases en la solución</p> <p>Aseveraciones</p> <p>Argumentos</p>	<p>[16] Cap 2</p> <p>[1] Cap 1-5</p> <p>[1] Cap 6-10</p>	<p>Ejercicios de aseveraciones [14] Cap 1</p> <p>[1] Guía del alumno Parte 1</p> <p>Lectura Aseveraciones-Argumentos</p>
1	2	<p>TEMA: Solución de problemas</p> <p>Uso de variables, condiciones, ciclos</p>		Preparación del ejercicio

2	3	Taller Uso de arreglos en una dimensión		Preparación del ejercicio
2	4	Taller Representación en dos dimensiones (tablas)	[1] Cap 20-26	Ejercicios [13] Completo Lectura [1] Guía del alumno Unidad 4
3	5	Taller Uso de arreglos en dos dimensiones (matrices)		Preparación del ejercicio
3	6	Taller Uso de estructuras (registros)		Preparación del ejercicio
4	7, 8	<p>TEMA: Solución de problemas utilizando algoritmos</p> <p>Introducción a los Algoritmos Tipos de Datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • entero • real • caracter • cadena (string) • booleano <p>Operadores Formas de representar un algoritmo Pseudocódigo /Flujogramas</p>	[16] Cap 2,3 [15] Cap 1	Lectura previa del tema Lectura [18] Cap 2,5,6 DFD PsiCoder
5	9	Ejercicios con uso de variables Constantes	[16] Cap 3,4 [15] Cap 1,2	Lectura previa del tema Ejercicios [16] Cap 3 [18] Cap 4, 7, 8 DFD

		Entrada/Salida Sentencias Condicionales Condiciones Anidadas		PsiCoder
5	10	Taller Condicionales	[16] Cap 3,4 [15] Cap 1,2	Ejercicios DFD PsiCoder
6	11	Condional Múltiple Sentencias Repetitivas Mientras que Haga...FMQ Repita...Mientras que Para...Hasta.... FPARA	[16] Cap 4,5 [15] Cap 2,3	Lectura previa del tema Ejercicios [16] Cap 4,5 [18] Cap 7,9 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/ DFD PsiCoder
6	12	Taller Repetitivas	[16] Cap 4,5 [15] Cap 2,3	Ejercicios [16] Cap 4,5 [18] Cap 7,9 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/ PsiCoder
7	13	Sentencias Repetitivas Contadores Acumuladores Terminación de ciclos Banderas	[16] Cap 5 [15] Cap 3	Lectura previa del tema Ejercicios [16] Cap 5 [18] Cap 9 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/ PsiCoder
7	14	<i>Ejercicios Parcial – Taller</i>		
		<u>PRIMER PARCIAL CONJUNTO</u>		Siga el enlace para ver la programación de parciales y los salones asignados
8	15	TEMA:El computador Herramienta de la	[16] Cap 1 [19] Cap 1,7 [20] Cap 1,2	Lectura previa del tema Lectura Adicional Tipos de Datos, Operadores y variables [19] Cap 2.1 y 2.3 ,

		<p>Programación</p> <p>Introducción al computador</p> <p>Conceptos de:</p> <p style="padding-left: 40px;">Sistemas Operativos</p> <p style="padding-left: 40px;">Lenguajes de Programación</p> <p style="padding-left: 40px;">Compilación</p> <p>Manejo básico de la herramienta de programación</p> <p>Instrucciones para representar sentencias de selección, entrada/salida.</p> <p>Paso de pseudocódigo al lenguaje</p>		[20] Cap 1.20 a 1.25, [21] Cap. 2 y 3
8	16	<p>TEMA: Uso de una herramienta de programación (Lenguaje C/C++)</p> <p>Taller</p> <p>Manejo de errores en la herramienta</p>	[19] Cap 7 [20] Cap 2	<p>Lectura previa del tema</p> <p>Ejercicios</p> <p>[21] Cap 4</p> <p>[22] Cap 4</p> <p>Página Ejercicios</p> <p>http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/</p>
9	17	Instrucciones para representar sentencias de repetición	[19] Cap 7 [20] Cap 2	<p>Lectura previa del tema</p> <p>Ejercicios</p> <p>[21] Cap 5</p> <p>[22] Cap 4</p> <p>Página Ejercicios</p> <p>http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/</p>

9,10	18,19	Subrutinas ó funciones ámbito global y local	[16] Cap 6	Lectura previa del tema Ejercicios [16] Cap 6 [18] Cap 10,11 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/
10	20	Taller Uso de Funciones en el lenguaje	[19] Cap 4 [20] Cap 3	Lectura previa del tema Ejercicios [21] Cap 6 [22] Cap 5 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/
11	21,22	Arreglos Unidimensionales	[16] Cap 7, 10 [15] Cap 4	Lectura Previa del tema Ejercicios [16] Cap 7 [18] Cap 12,13 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/
12	23	Ejercicios de consolidación arreglos unidimensionales y funciones		Ejercicios [16] Cap 7 [18] Cap 12,13 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/
12	24	Taller Arreglos		
		<u>SEGUNDO PARCIAL CONJUNTO</u>		Siga el enlace para ver la programación de parciales y los salones asignados
13	25	Arreglos en dos dimensiones	[16] Cap 7, 10 [15] Cap 4	Lectura Previa del tema Ejercicios [16] Cap 7 [18] Cap 12,13 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/
13	26	Estructuras Arreglos de estructuras Se entrega a los estudiantes el enunciado del proyecto	[19] Cap 6.1 [20] Cap 6.1 a 6.4, Cap 8.13	Lectura previa del tema Ejercicios [21] Cap 8 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/ Desarrollo del proyecto

14	27	Ejercicios Uso de Matrices en el lenguaje	[19] Cap 9 [20] Cap 4	Lectura previa del tema Ejercicios [21] Cap 7 [22] Cap 6 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/
14	28	Taller Matrices y estructuras		Lectura previa del tema Ejercicios [21] Cap 7 [22] Cap 6 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/ Desarrollo del proyecto
15	29	Ejercicios de consolidación de estructuras y arreglos	[16] Cap 7, 10 [15] Cap 4	Ejercicios [16] Cap 10 [18] Cap 15,16 Página Ejercicios http://sophia.javeriana.edu.co/programacion/ Desarrollo del proyecto Preparación de la Evaluación
15	30	Taller Estructuras Los estudiantes entregan el documento de la primera entrega del Proyecto (Diseño)		Entrega del Diseño del Proyecto
16	31	Ejercicios de Consolidación estructuras, arreglos y subrutinas		Preparación de la evaluación Desarrollo del proyecto
16	32	Retroalimentación de la primera entrega del proyecto. Entrega personal de comentarios a los estudiantes sobre la primera entrega del proyecto. Discusión con apoyo del monitor.		Preparación de la evaluación Desarrollo del proyecto

		<u>TERCER PARCIAL CONJUNTO</u>		Siga el enlace para ver la programación de parciales y los salones asignados
17, 18		Entrega del proyecto	Sustentación	Desarrollo del proyecto La sustentación será de común acuerdo con los estudiantes

Anexo 8. Relatoría del Taller sobre aplicación de CDIO al currículo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Taller sobre aplicación de CDIO al currículo.

Talleristas: ingeniero Francisco Viveros e ingeniera Alejandra González

Asistentes: todos los profesores de planta del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.

Autor: Andrés Felipe Ramírez Ayala

8 de noviembre de 2011

Relatoría sobre el taller para aplicación de CDIO a un currículo.

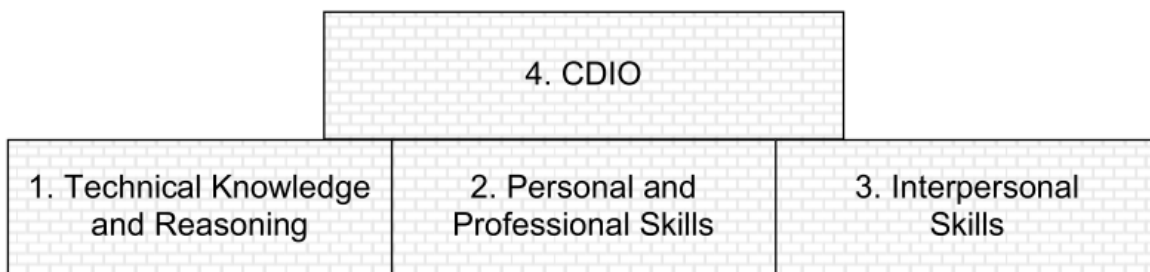
Para dar inicio al taller se entrega a cada uno de los participantes el siguiente material:

- CDIO Syllabus.
- Perfil profesional (aspirante, egresado ocupacional) del ingeniero de sistemas javeriano.
- Rama de Programación tomada del currículo de la carrera Ingeniería de Sistemas.
- Diagrama de niveles de formación en competencias disciplinares y éticas en el departamento de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.
- Tabla de los verbos de Bloom para construcción de objetivos de aprendizaje.

El taller tenía como principal objetivo conocer la generalidad de CDIO y evidenciar una manera para dar inicio al proceso de implementación de CDIO a un currículo tomando como punto de partida la experiencia adquirida por el departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Javeriana. Es importante aclarar que más allá de la comprensión de una manera de implementar CDIO se quería generar en la comunidad de docentes dudas sobre el tema para que así se diera inicio a un proceso de discusión interna.

El taller tuvo tres momentos importantes, en primer lugar una explicación del CDIO Syllabus; en segundo lugar un ejercicio de evaluación de la asignatura de programación a computadores desde la perspectiva de las competencias; y como parte final un intento de integración de currículo desde las competencias de la asignatura señalada anteriormente.

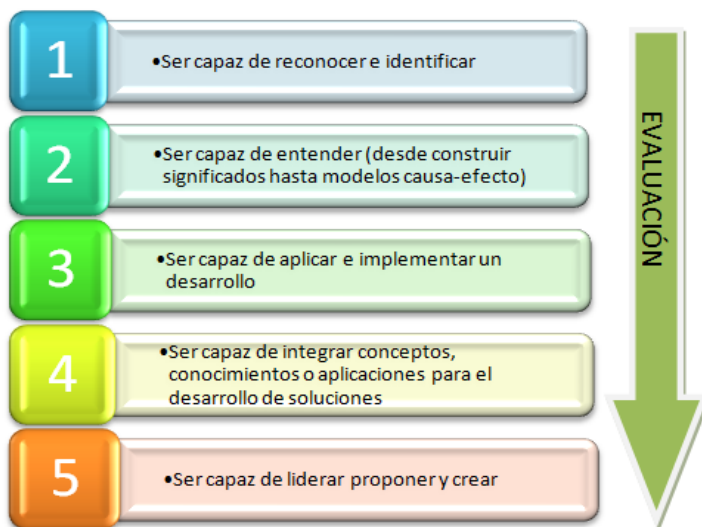
En primer lugar, se aclaran los tres niveles de profundidad del Syllabus CDIO, el primer nivel es una propuesta de los grupos de competencias que se pueden tener en cuenta a la hora de diseñar un currículo y se presentan en la siguiente imagen:



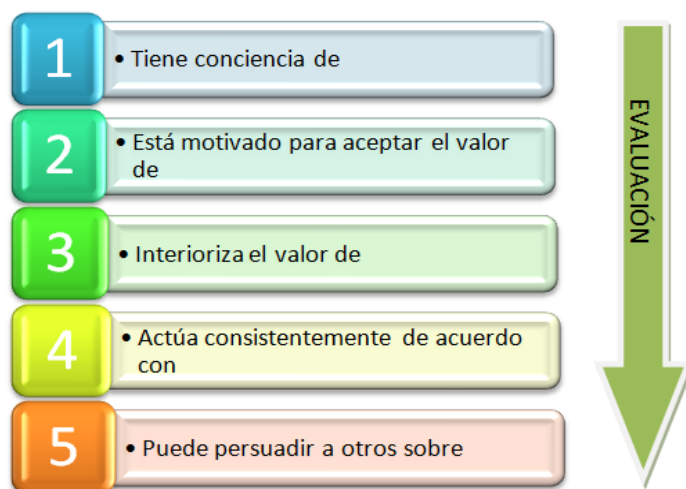
Como una nueva propuesta se propone un quinto grupo de competencias de emprendimiento y liderazgo que aún están en construcción. Como segundo nivel de análisis se presentan unos grupos más enfocados de competencias que tienen que ver con ingeniería y se presentan en la imagen presentada a continuación:

<p>1 DISCIPLINARY KNOWLEDGE AND REASONING</p> <p>1.1 KNOWLEDGE OF UNDERLYING <u>MATHEMATICS</u> AND SCIENCE</p> <p>1.2 CORE FUNDAMENTAL KNOWLEDGE OF ENGINEERING</p> <p>1.3 ADVANCED ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE, <u>METHODS AND TOOLS</u></p> <p>2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES</p> <p>2.1 <u>ANALYTICAL</u> REASONING AND PROBLEM SOLVING</p> <p>2.2 EXPERIMENTATION, <u>INVESTIGATION</u> AND KNOWLEDGE DISCOVERY</p> <p>2.3 SYSTEM THINKING</p> <p>2.4 <u>ATTITUDES, THOUGH AND LEARNING</u></p> <p>2.5 <u>ETHICS, EQUITY AND OTHER RESPONSIBILITIES</u></p>	<p>3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION</p> <p>3.1 TEAMWORK</p> <p>3.2 COMMUNICATIONS</p> <p>3.3 COMMUNICATIONS IN FOREIGN LANGUAGES</p> <p>4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT</p> <p>4.1 EXTERNAL, SOCIETAL AND <u>ENVIRONMENTAL</u> CONTEXT</p> <p>4.2 ENTERPRISE AND BUSINESS CONTEXT</p> <p>4.3 <u>CONCEIVING, SYSTEMS ENGINEERING AND MANAGEMENT</u></p> <p>4.4 DESIGNING</p> <p>4.5 IMPLEMENTING</p> <p>4.6 OPERATING</p>
---	---

El tercer nivel de CDIO es un nivel de competencias específicas pero vale la pena aclarar que son solo unas competencias generales que deben ser traducidas y adaptadas al contexto de la universidad. Una vez hecho esto se puede pensar una manera de ponderación, es decir, una manera para monitorear estas competencias, se presentó para esto la ponderación que ha diseñado el Departamento de Electrónica, quienes optaron por hacer dos diferentes ponderaciones, por un lado están los niveles de competencias disciplinares por el otro las sociales, a continuación se presenta la propuesta de electrónica:



Niveles de formación en competencias disciplinares. Ing. Electrónica Javeriana.



Niveles de formación en competencias sociales. CDIO- Ing. Electrónica Javeriana.

Como un segundo momento del taller se hizo una actividad en la cual teniendo en cuenta la asignatura de Programación a Computadores y las competencias correspondientes al numeral 2.1 *Razonamiento analítico y resolución de problemas*. La idea era que por grupos se le diera la ponderación en cada competencia con la cual deberían salir los estudiantes una vez vista la materia. En este punto se concluye que es necesaria la discusión y el consenso, también, que esta ponderación es difícil de hacer porque siempre se espera más de lo que se hace posible en una materia en un pregrado.

Como último momento del taller se muestra, con las conclusiones de la actividad anterior, que si se quiere que esa asignatura desarrolle en ese nivel las competencias de los estudiantes, entonces es necesario que se asegure que los niveles anteriores de competencias se alcancen antes de que el estudiante pueda ver la asignatura. Esto recibe como nombre *integración del currículo* y es lo que debe ir procurando la institución en cada momento. La sugerencia es que el experto en cada área defina las competencias y el nivel de competencias a que se quiere llegar en el curso. Por otro lado, surge como conclusión que la institución debe permitir que los docentes fortalezcan las competencias porque el principio es que el docente debe tener las competencias en el nivel en al que quiere hacer llegar a sus estudiantes.