



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

COMPUTACIÓN COMO DISCIPLINA EN LA
EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICO PROFESIONAL
CRÍTICA, FUNDAMENTOS Y PROPUESTA

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
CIENCIAS MENCIÓN COMPUTACIÓN

MARCEL ANDRÉ AUGSBURGER BECERRA

PROFESOR GUÍA:
CLAUDIO GUTIERREZ GALLARDO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JEREMY BARBAY
JUAN ÁLVAREZ RUBIO
CECILIA REYES COVARRUBIAS

SANTIAGO DE CHILE
2017

Resumen

La enseñanza de los fundamentos de la computación ha comenzado a ser incorporada como parte del currículum escolar obligatorio en todo el mundo. En Chile se está reflejando ese proceso con la incorporación reciente de las especialidades de Programación, y Conectividad y Redes en la Educación Media Técnico Profesional (EMTP). El Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC) publicó documentos con los lineamientos de estas especialidades. Estos lineamientos muestran un sesgo funcional, dando escasa importancia a la enseñanza de los fundamentos de la computación como ciencia. Esta forma de aprendizaje impide al estudiante adaptarse a nuevos escenarios y continuar perfeccionándose.

En este contexto, esta tesis aborda el estudio y análisis de cómo se está abordando en Chile la enseñanza de la especialidad de Programación en la EMTP en perspectiva comparativa con la experiencia internacional.

La metodología contempló el levantamiento del estado del arte nacional e internacional de la enseñanza de la disciplina de computación en la educación, particularmente en la EMTP y en sus niveles educativos equivalentes internacionales; el delineamiento de un marco teórico que argumenta la computación en la EMTP como disciplina científica y no sólo como herramienta técnica; y el desarrollo de una propuesta general de plan y programa para formación de alumnos y profesores de EMTP en el área.

Se desprende de esta investigación que hay un gran déficit de personas con habilidades computacionales, particularmente en el área de programación; que las habilidades técnicas que se están requiriendo en el área de programación no están en los programas educativos para la especialidad de Programación en la EMTP; y que la enseñanza de los fundamentos de la computación como ciencia ha comenzado a ser incorporada a nivel mundial. La principal conclusión es que en este contexto es muy relevante reformar los programas de educación para lograr formar buenos programadores, y darles una base para que puedan seguir desarrollándose. Se proponen y desarrollan sugerencias en metodologías de enseñanza, objetivos de aprendizaje alternativos, herramientas y contenidos, las que podrían ser incorporadas de acuerdo a las realidades locales de infraestructura, profesorado y alumnado.

Agradecimientos

Son muchos los gigantes en cuyos hombros me he parado, gigantes tanto en lo intelectual como en lo emocional. Mis agradecimientos van a todos ellos, pero en especial a mi profesor guía por sus incansables ganas de construir una sociedad mejor, a los MDI por acompañarme a soñar, a mi Naty por ser mi apoyo incondicional, y a mi Pito por su persistente motivación.

Tabla de contenido

1 Introducción	1
1.1 Contexto y conceptos básicos	1
1.1.1 La Educación Media Técnico Profesional	1
1.1.2 Computación en Educación Media	2
1.1.3 Los Nuevos Lineamientos del MINEDUC en Chile	2
1.1.4 La computación en el contexto laboral	3
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Plan y metodología	4
1.4 Resultados esperados	5
1.4.1 Resultados directos	5
1.4.2 Resultados indirectos	5
1.4.3 Documentos	6
2 Estado del arte de IVET y de la Enseñanza de la Computación	7
2.1 La IVET en el mundo	7
2.1.1 IVET en Europa	8
2.1.1.1 Creciente interés en la educación vocacional en Europa	8
2.1.2 IVET en Estados Unidos: Career and Technical Education (CTE)	9
2.2 Computación en el currículum escolar	9
2.2.1 Breves antecedentes	9
2.2.2 CSE en Europa	10
2.2.3 CSE en Inglaterra	13
2.2.4 CSE en EE.UU.	13

2.2.5 CSE en Argentina	13
2.3 Computación como especialidad en IVET	14
2.3.1 Experiencia en Alemania	14
2.3.2 Experiencia en Austria	14
2.3.3 Experiencia en EE.UU.	15
2.4 El Modelo Darmstadt	17
2.5 Investigación en CSE	17
3 Estado del arte de la EMTP y de la especialidad de Programación en Chile	19
3.1 EMTP en Chile	19
3.1.1 Estado actual de la EMTP en Chile	20
3.2 La especialidad de Programación en la EMTP en Chile	20
3.2.1 Un caso a modo de ilustración: del Liceo Politécnico Andes	23
3.2.2 Planes y programas de la especialidad de Programación	25
3.3 Análisis	28
4 Tendencias que inciden en la programación en EMTP	30
4.1 La computación como servicio	30
4.2 Perspectiva de las grandes empresas de software	30
4.3 Perspectiva del sector empresarial Chileno	31
4.4 Perspectivas de los profesores y ex-alumnos	32
4.5 Análisis	34
5 Propuestas	37
5.1 Objetivos de aprendizaje	37
5.2 Contenido	38
5.3 Herramientas	39
5.4 Metodologías de enseñanza	40

5.5 Propuesta de cambios en el programa de estudios	41
5.6 Formación de profesores	44
6 Conclusiones y trabajo futuro	46
7 Tabla de acrónimos	52
8 Bibliografía	54
9 Anexos	Anexo a
9.1 Descriptores del Marco Europeo de Cualificaciones	Anexo a
9.2 Diferencias entre las asignaturas de computación en Gran Bretaña	Anexo c
9.3 Profesores y alumnos entrevistados	Anexo d
9.4 Solicitud de acceso a la información pública.	Anexo e
9.4.1 Tabla con las columnas más relevantes	Anexo f
9.5 Niveles de educación definidos por el ISCED	Anexo k

1 Introducción

La enseñanza de los fundamentos de la computación ha comenzado a ser incorporada como parte del currículum escolar obligatorio alrededor del mundo. A nivel internacional este tema se ha tornado un importante área de investigación académica [22]. En diversos países europeos, en EE.UU., Nueva Zelanda, Argentina y China, ya existen programas de formación en computación a lo largo del proceso educativo [25][26][49][50]. En particular en la Educación Media Técnico Profesional (EMTP) de muchos países, existen distintas especialidades relacionadas con computación.

En Chile se ha comenzado a incorporar la computación en modalidades de la enseñanza media. En la EMTP se han introducido dos líneas en esta dirección: Programación, y Conectividad y Redes. Si bien ambas son nuevas, algunos contenidos de Conectividad y Redes están contenidos en la antigua especialidad de Telecomunicaciones, y por ende también ciertas capacidades e infraestructura. En este estudio nos concentraremos en la nueva especialidad de Programación de la EMTP en Chile.

1.1 Contexto y conceptos básicos

Para comprender de mejor manera los objetivos de esta tesis, es conveniente conocer el contexto nacional e internacional de la enseñanza de la computación, de la educación técnico profesional, y el ambiente formativo y profesional de los estudiantes de EMTP. Por ello presentaremos una breve panorámica de esos temas.

1.1.1 La Educación Media Técnico Profesional

Si bien la educación técnica es sumamente antigua, el estudio de ésta desde la perspectiva social se inicia a fines del siglo XIX, y desde entonces se han creado instituciones y organizaciones que la abordan sistemáticamente.

A principios del siglo XX existían dos visiones principales: una proponía la formación en función de las necesidades productivas de la sociedad, mientras que la otra como una forma de realización personal del individuo. Estas visiones fueron adoptadas en distinta medida por instituciones educacionales estatales y privadas, culminando con la actual diversidad existente entre y dentro de los países [8].

Hoy en día, la educación técnica se conoce como *Technical Vocational Education and Training* (TVET), y en EE.UU. como *Career and Technical Education* (CTE). A su vez, la EMTP corresponde a *Initial Vocational Education and Training* (IVET), y la Educación Media Científico Humanista (EMCH) a *General Education*. [8, p lxxvii][9]. Según el *International Standard Classification of Education* (ISCED), estándar creado por la UNESCO para comparar niveles educativos entre países con distintos sistemas educativos, la IVET correspondería al programa vocacional de nivel tres, o *upper secondary vocational education* (ver anexo 8.5). [27, p 38]

Tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, existe un creciente interés por la TVET [17 p 5]. Ejemplo de ello es el Centro Europeo para el Desarrollo de

Educación Vocacional (CEDEFOP), creado por la Unión Europea, el que entrega directrices para el desarrollo de ésta a cada país Europeo.

La UNESCO postula que la TVET es la solución a muchos problemas globales relacionados con el trabajo humano, llegando a publicar recientemente un libro titulado *International Handbook of Education for the Changing World of Work* [8]. En particular, la IVET se muestra como una solución a los problemas de capacitación y empleabilidad juvenil.

En Chile, a nivel de educación superior, históricamente se ha privilegiado la formación universitaria, la que requiere un currículum científico-humanista, relegando la educación técnica a un segundo plano [18], lo que actualmente se expresa en una desvalorización y consiguiente falta de especialistas en temas técnicos [15].

1.1.2 Computación en Educación Media

Alrededor del mundo, muchas instituciones educativas proveen ramos de computación electivos para los alumnos que cursan educación media general [25][26]. Para aquellos alumnos de enseñanza media que cursan educación técnico profesional en el área de computación, estos ramos son obligatorios y típicamente diseñados con un enfoque más práctico.

En Chile, durante los años '90 existieron diversas especialidades relacionadas con la computación en la EMTP, hasta suprimirse con la reforma educacional del año 1998, la que estandarizó las especialidades dictadas en todos los liceos técnicos del país [16]. Fue recién en el año 2013 que la computación volvió a discutirse como opción para la educación técnica, al incluirse las especialidades de Programación, y Conectividad y Redes en la reforma a la EMTP, diseñada por el Ministerio de Educación del Gobierno de Chile (MINEDUC) [2]. Finalmente, el año 2016 se comenzaron a impartir estas especialidades en algunos liceos técnicos del país.

1.1.3 Los Nuevos Lineamientos del MINEDUC en Chile

El decreto de ley del año 2013 que reforma la EMTP plantea diez objetivos de aprendizaje para la especialidad de Programación [2]. Éstos abordan la computación con un enfoque funcional, soslayando en gran medida sus bases teóricas, y sus contenidos refieren en su mayoría a instalación y mantención de software, y a soporte de usuarios. El programa de estudios que se publicó posteriormente siguió la misma línea, haciendo una bajada de los objetivos a aprendizajes esperados igualmente utilitarios [37]. Este enfoque principalmente funcional que entrena en herramientas que se obsolescen rápidamente, descuida la adopción de conocimientos más generales, y en este sentido no aparece alineado con las metas que postula la UNESCO para la educación técnica: enseñarle a los estudiantes a adaptarse a condiciones laborales cambiantes, en vez de encerrarlos en trabajos y habilidades específicas [17 p 5]. Estamos, pues, ante un tema de diseño curricular que es necesario evaluar.

Esta tesis propone abordar este problema a través del estudio del estado del arte nacional e internacional de la computación en EMTP, para hacer un diagnóstico y desarrollar lineamientos en metodologías de enseñanza y mallas curriculares en Chile.

1.1.4 La computación en el contexto laboral

La transversalidad de la disciplina de la computación en cada área del quehacer humano, ha producido la llamada *revolución digital*. Incluso para desenvolverse en ambientes no ligados a la computación, es necesario entender cómo comunicarse con los computadores, y tener nociones de qué tan fácil o difícil es abordar ciertos problemas. En este contexto se inscribe el concepto de *Pensamiento Computacional* que a grandes rasgos incluye habilidades tales como modelar y descomponer un problema, procesar datos, crear algoritmos y generalizarlos [51]. Estas habilidades están siendo necesarias tanto en la vida profesional como personal, para crear, adaptar, o entender la factibilidad de soluciones tecnológicas, las que dejaron de ser un asunto de expertos, y han pasado a ser un estándar por su comodidad y competitividad.

La mejora de las tecnologías y la automatización de tareas en particular, ha producido también cambios en el área productiva computacional: tareas como mantención de servidores, soporte técnico, instalación y mantención de software, y otras clásicamente delegadas a personal técnico, ya se están transformando en servicios computacionales. En el futuro cercano la computación cognitiva promete profundizar aún más estos cambios, automatizando tareas donde hasta ahora se ha necesitado interacción humana. Por otro lado, el soporte a usuarios ha cambiado drásticamente, ya que crece la proporción de nativos digitales que componen la fuerza laboral. Por otra parte, los no nativos están cada día más familiarizados con la tecnología, existen nuevas y mejores fuentes de ayuda en línea, y las interfaces se han vuelto mucho más usables e intuitivas.

En este contexto surge una pregunta relevante: ¿qué conocimientos debiesen adquirir los alumnos de programación de la EMTP? Dado que no es posible predecir el conocimiento que va a ser necesario en el mundo laboral computacional del futuro, se ha ido formando consenso en que es fundamental que en el currículum de computación en la EMTP se enseñe no sólo las competencias técnicas, sino también los fundamentos conceptuales de esta disciplina. [25][24]

1.2 Objetivos

El tipo de relaciones laborales jerárquicas que históricamente se han practicado en Chile se ven reflejadas en algunas características del perfil del egresado, que lo presentan como un ejecutor de instrucciones, sin una formación que le facilite el análisis más profundo de problemas ni proactividad en la búsqueda de soluciones.

Una hipótesis es que si se continúa con la forma en que se plantea la formación en la especialidad de Programación de la EMTP, se puede llegar a un callejón sin salida en términos de inserción laboral y desempeño, o cuando menos a una formación base que deba corregirse posteriormente. En esta tesis se abordará el tema del sesgo funcional

de algunas propuestas para la especialidad de Programación en la EMTP en Chile, a través de los siguientes objetivos:

1.2.1 Objetivo general

Investigar y evaluar cómo se abordan hoy en Chile los aspectos científicos, en sus facetas teórica y práctica, en la enseñanza de la computación en la EMTP, comparar con el estado del arte mundial, y basado en ello elaborar una propuesta para la incorporación de la computación como disciplina científica en la EMTP.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Estudiar el estado del arte de la enseñanza de la disciplina de computación en la educación en Chile, particularmente la EMTP.
2. Analizar el estado del arte de la enseñanza de la disciplina de computación en la educación alrededor del mundo, particularmente la IVET.
3. Delinear un marco teórico que argumente la computación en la EMTP como disciplina científica y no sólo como herramienta técnica.
4. Desarrollar un esquema general de plan y programa para formación de profesores de EMTP en el área.
5. Desarrollar un esquema general de plan y programa para formación de estudiantes de EMTP en el área.

1.3 Plan y metodología

1. Hacer un levantamiento del estado del arte internacional de la computación en IVET. Se llevarán a cabo las siguientes revisiones bibliográficas:
 - a. Estado del arte del IVET en las diferentes regiones del mundo, con una revisión más profunda en los países que muestren buenos resultados en el área.
 - b. Estado de la especialidad de computación en IVET de los países con buenos resultados, enfocado en los conocimientos teóricos de ciencias de la computación, lenguajes y frameworks de programación, metodologías de desarrollo de software, y otros componentes técnicos y docentes relevantes.
2. Hacer un levantamiento del estado del arte de la enseñanza de computación en la educación media en Chile, particularmente la EMTP:
 - a. Revisión bibliográfica de la historia y del estado del arte de EMTP en Chile.

- b. Consulta con expertos respecto a la EMTP en Chile.
 - c. Avances y estado de la implementación del nuevo programa de computación.
3. Para el desarrollo de un esquema general de planes y programas para formación de profesores y estudiantes, se hará lo siguiente:
- a. Revisión de planes y programas actuales en Chile.
 - b. Revisión de planes, programas y metodologías de la enseñanza de computación en países donde la computación se enseña en la educación primaria y/o secundaria, y donde se imparte la especialidad en IVET. Para esto, las Conferencias Internacionales de Informática en Colegios (ISSEP) serán relevantes.
 - c. Selección de aquellos planes, programas y metodologías que se podrían aplicar en Chile, enfocado particularmente en los temas técnicos de computación.
 - d. A partir de los planes y programas actuales en Chile, enriquecimiento de éstos y construcción de propuestas más centradas en ciencias de la computación.

1.4 Resultados esperados

1.4.1 Resultados directos

1. Análisis de experiencias internacionales exitosas que puedan servir como motivación para desarrollar programas en Chile.
2. Análisis del estado de la enseñanza de la computación en la educación media en Chile.
3. Recomendaciones de planes, programas y metodologías en Chile, centradas en ciencias de la computación.
4. Marco teórico para instalar la computación como disciplina científica en la EMTP.

1.4.2 Resultados indirectos

1. Desarrollo de la docencia técnico profesional como nueva línea de investigación.
2. Traspaso de conocimiento y experiencia entre la universidad y la docencia media técnico profesional.
3. Formación de técnicos de alto nivel en competencias computacionales.

1.4.3 Documentos

1. Documento y estado del arte internacional de IVET en computación.
2. Documento de situación de la EMTP, especialidad computación, en el país.
3. Documento de directrices de metodologías y mallas curriculares para la especialidad de computación en la EMTP en Chile.

2 Estado del arte de IVET y de la Enseñanza de la Computación

La educación técnica ha cobrado nuevas fuerzas en las últimas décadas, luego de haber pasado por un periodo de menor consideración desde los años 90 debido a la contingencia internacional relacionada al empleo y a las crisis económicas. En particular, las áreas relacionadas con la computación han pasado a ser especialmente relevantes dada su preponderancia en el contexto laboral y tecnológico actual.

Por otro lado, las necesidades técnicas computacionales requeridas por el mercado laboral están cambiando por múltiples razones, entre las que destaca la cantidad creciente de nativos digitales en la fuerza laboral. El pensamiento computacional y las habilidades de programación se están volviendo indispensables para gran parte del mundo laboral, al nivel que en muchos lugares las ciencias de la computación se están enseñando como parte del currículum obligatorio en el colegio [24][25].

Este panorama plantea un gran desafío para la especialidad de Programación en la EMTP, en cuanto a las habilidades y conocimientos que van a ser útiles en este nuevo contexto educacional y laboral.

Este capítulo busca presentar el contexto educacional donde se están formando los estudiantes de las especialidades de computación de la IVET. Para comprender su estado del arte, es preciso primero entender el estado y funcionamiento de la IVET en el mundo. Y por otro lado, es necesario conocer el estado de la enseñanza de la computación en los colegios, para entender los conocimientos computacionales tanto de quienes se van a formar como técnicos, como de sus pares. Este capítulo trata ambos temas, profundizando en los casos particulares de Europa y EE.UU., donde se pueden ver más claramente las tendencias en la enseñanza de la computación.

2.1 La IVET en el mundo

Los sistemas de IVET varían enormemente de país en país. Esto se debe a que históricamente ha habido una gran diversidad de objetivos y actores relacionados [6].

Existen tres clasificaciones generales de IVET: *escolar*, donde el aprendizaje se da completamente en este contexto; *dual*, donde al contexto escolar se agrega experiencia práctica en empresas; e *informal*, que abarca distintos tipos de noviciado fuera del sistema [7].

En la mayoría de los países la IVET es considerada una segunda opción como carrera, pues suele tener baja reputación laboral y pocas o nulas oportunidades para la continuación de estudios [7]. Sin embargo, en algunos países, en particular germánicos y nórdicos, existen tanto posibilidades de continuación de estudios, como una buena recepción en el mundo laboral.

2.1.1 IVET en Europa

El tipo de IVET y la participación en este sistema varía enormemente dentro de los países europeos. Su financiamiento suele ser público y el currículum es regulado por el Estado [1].

Países con sindicatos fuertes y cooperación corporativa, como Alemania, Austria, Suiza, Dinamarca y Noruega, han logrado establecer buenos sistemas de IVET dual. En Europa central y del este también existen sistemas fuertes de IVET, con menos relación empresarial y más guiados por el Estado. Por otro lado, en el Reino Unido la *Vocational Education and Training* (VET) ha declinado en pos de una educación general fuerte. [6]

El caso de los países germánicos y nórdicos es particularmente interesante para esta investigación, ya que además de mostrar buenos resultados, han desarrollado investigación en la enseñanza de ciencias de la computación.

2.1.1.1 Creciente interés en la educación vocacional en Europa

La tendencia en general en Europa es a aumentar la participación en IVET, por lo que se han realizado campañas para mejorarla y hacerla más atractiva [1]. Esto se ve reflejado en el último reporte de la CEDEFOP, donde se muestra interés en una mejora, ampliación y desarrollo general de la VET:

“Necesitando modernizar la educación y los sistemas de entrenamiento, la Unión Europea lanzó el proceso de Copenhague el 2002, para fortalecer la cooperación en VET [...] el 2010 en Brujas [...] establecieron un nuevo marco de trabajo para políticas de VET Europeas para el 2010-20 [...]” [1].

Algunas de las metas propuestas que reflejan este interés son:

- Hacer que el IVET sea una opción atractiva de aprendizaje con alta relevancia a las necesidades del mercado laboral y caminos a educación superior.
- Accesibilidad ampliada a la VET haciéndola más inclusiva.
- Mejorar la calidad de la VET.

Otras metas reflejan la intención de modernizar el sistema educativo, haciéndolo más flexible e integrado [28, p 4-6]:

- VET continua fácilmente accesible para personas con diferentes situaciones de vida simplificando el desarrollo de habilidades y cambios de carrera.
- Sistemas flexibles basados en el reconocimiento de resultados de aprendizaje, incluyendo diplomas, y apoyando caminos individuales de aprendizaje.
- Apoyar la permeabilidad y facilitar el movimiento entre diferentes partes del sistema educativo y de entrenamiento.

Para monitorear el avance de las políticas públicas en el desarrollo de la VET, se establecieron 31 indicadores, medibles y complementarios, que se monitorean cada año en los países participantes. Estos cubren las siguientes áreas [28, p 6-10]:

- Acceso, atractivo y flexibilidad
- Desarrollo de habilidades y relevancia en el mercado laboral
- Transiciones generales y tendencias de empleo

2.1.2 IVET en Estados Unidos: Career and Technical Education (CTE)

En Estados Unidos (EE.UU.), durante gran parte del siglo XX, el sistema de CTE fue exitoso. Sin embargo, durante la década de 1990 se inició un declive a raíz de una baja sustancial en las matrículas, una mala percepción de los programas, y cambios en políticas públicas al respecto. [9]

Una de las características propias de la CTE en EE.UU. es que es el final de una carrera, ya que no se pueden convalidar los aprendizajes de educación media en instituciones de educación superior. Según Bailey y Berg [5], "En EE.UU., la educación vocacional y académica no son diferentes pistas o caminos, sino que la instrucción académica es una etapa en una secuencia que termina con una preparación ocupacional específica - ya sea profesional o vocacional. Por ende en cada nivel educativo, la educación académica es más apropiada para estudiantes que van a continuar su educación en instituciones de educación superior mientras que los programas profesionales u ocupacionales lo son para estudiantes que van a terminar su educación en ese nivel". Además, muchos educadores y políticos tienen la convicción de que la educación mínima debiese incluir al menos dos años de educación terciaria. Por otro lado, la mayoría de los sueldos están estrechamente ligados a la cantidad de años de educación, siendo mucho más bajos para quienes sólo terminan educación secundaria. [5]

2.2 Computación en el currículum escolar

2.2.1 Breves antecedentes

Desde sus inicios a mediados del siglo XX, se ha sabido que la computación es una herramienta indispensable para el futuro. Durante los años '70 y '80 se hicieron cursos pioneros de Ciencias de la Computación (CC) en enseñanza secundaria, algunos más exitosos que otros [23]. Luego fueron los computadores personales y las herramientas computacionales los que hicieron que la computación se instalara en las escuelas, con una gran variedad de cursos y aplicaciones para el aprendizaje. Pero el contenido y la forma de enseñar variaba de país en país y de escuela en escuela.

Una gran discrepancia que surgió fue el rol que debía jugar la computación en la educación: si debía enseñarse como herramienta o como disciplina. Este debate es mucho más amplio, y se remonta a la definición de la computación, considerando todo lo que abarca. Peter Denning aportó a la discusión describiendo tres paradigmas que

ayudan a definirla como disciplina: teoría, abstracción y diseño. La teoría se refiere al paradigma más cercano a las matemáticas, donde se describen y demuestran relaciones. La abstracción es el paradigma más parecido a las ciencias naturales, donde se utilizan estas relaciones para modelar y hacer predicciones del mundo real. Y el diseño es aquel más cercano a la ingeniería, que se preocupa de la implementación y utilidad de los modelos. [73]

Algunos países, como Alemania, Austria, Rusia y Lituania, decidieron mantener a la computación como asignatura en la educación escolar, mientras que otros, como Francia y Finlandia postularon que ésta era una herramienta transversal a otras disciplinas, y que el aprendizaje debía enfocarse en el uso de las herramientas provistas por la computación [23].

Hace ya varios años que la balanza se está cargando hacia la computación como disciplina, y países que históricamente optaron por la computación como herramienta han empezado a enseñarla como disciplina [23].

2.2.2 CSE en Europa

El año 2013, un grupo de trabajo conjunto de *Informatics Europe* y la *Association for Computing Machinery* (ACM) elaboró un reporte de *Computer Science Education* (CSE) para Europa, titulado "*Europe cannot afford to miss the boat*" (Europa no puede permitirse perder el barco), que instó muy fuertemente a instaurar la CSE como asignatura obligatoria en las escuelas [29]. El mismo año la Comisión Europea, cuerpo ejecutivo de la Unión Europea, creó la Gran Coalición por Trabajos Digitales, la que apunta a enfrentar el déficit de 900.000 técnicos y profesionales relacionados a las tecnologías de la información al 2015, la que se estima crece en 100.000 cada año. En cuanto a la computación en la educación técnica, el 2012 la Comisión lanzó su estrategia Repensando la Educación, la cual llama a invertir en mejorar la IVET, especialmente en el área de la computación [53].

El 2015 *European Schoolnet*, una red compuesta por representantes de 30 Ministerios de Educación en Europa, publicó una encuesta hecha en 20 países Europeos e Israel respecto a las iniciativas y planes que incorporan CSE como parte del currículum obligatorio en el colegio [52]. El estudio mostró que 19 de esos países tenían como prioridad desarrollar competencias digitales, y 10 de éstos tenían como prioridad principal la enseñanza de programación. En la práctica, 18 países (dos de ellos programados para el 2016) integraron programación al currículum en forma nacional, regional o local. En cuanto a los niveles en los que se enseña la CSE, en 13 países se hace durante la educación secundaria superior general, 8 de éstos también en TVET, y en 10 países se enseña en la educación primaria. En cuanto al carácter obligatorio u optativo, en 7 países es obligatorio, 2 de éstos durante el nivel primario, y en otros 2 países más se está planeando hacerlo obligatorio.

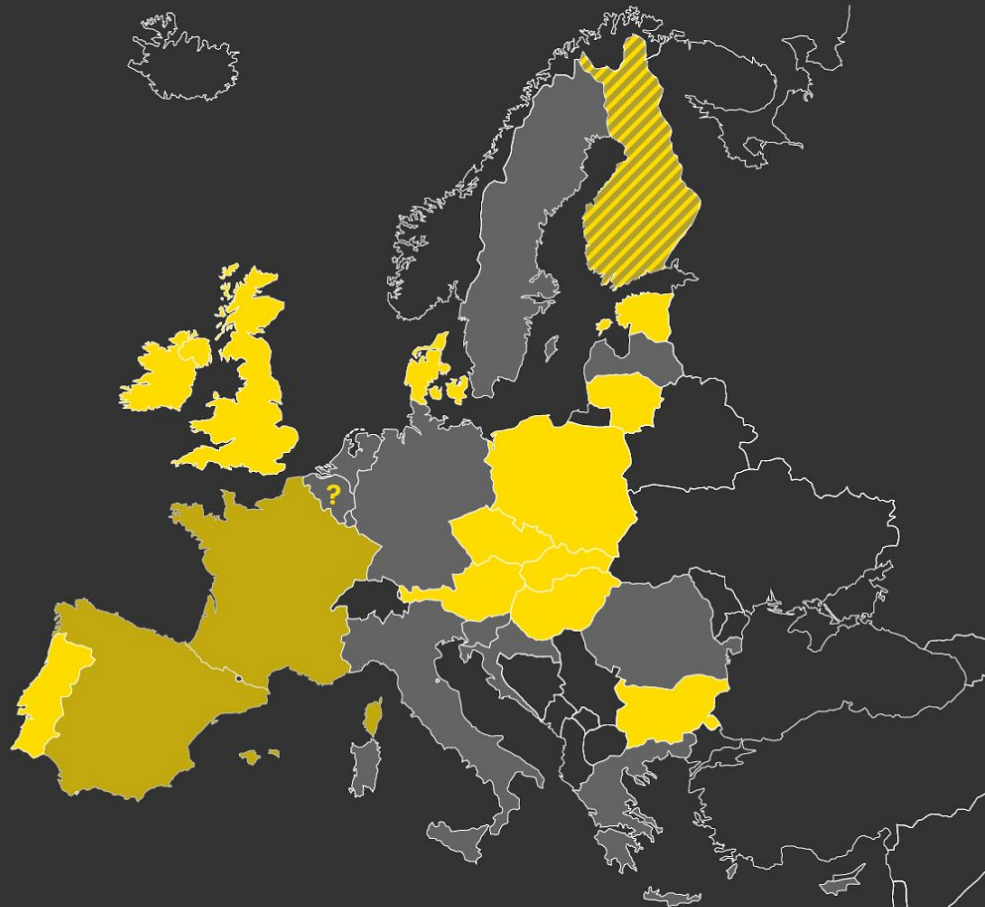
Como conclusión del estudio, se plantea que el integrar la programación en el currículum tiene como objetivo principal preparar a los estudiantes para una sociedad digital, entregándoles habilidades de resolución de problemas, pensamiento lógico, etc. y como segunda prioridad, el objetivo de responder a la falta de fuerza laboral

capacitada en TI. También se muestra una fuerte tendencia a enseñar pensamiento computacional, cambiando el enfoque hacia el aprendizaje de ciencias de la computación y a formar creadores de software en vez de simples usuarios. En cuanto a acciones concretas para promover la enseñanza de la computación, la Comisión Europea considera:

- Promover y potenciar plataformas existentes de la industria y ONGs que enseñan programación.
- Apoyo directo a profesores y estudiantes en actividades de programación.
- Crear plataformas de diálogo con tomadores de decisiones.
- Apoyo en el monitoreo y análisis de estudios de evaluación.

CODING AT SCHOOL

A recent survey has shown that **15 EU countries** have already integrated coding in their school curriculum.



■ **Already integrated:** Austria, Bulgaria, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Hungary, Ireland, Lithuania, Malta, Poland, Portugal, Slovakia and the UK (England).

■ **Recently integrated:** France, Spain, have recently integrated coding in the curriculum recently (2014-2015).

■ **Finland (will integrate coding in 2016)**

? **Belgium (Flanders) is currently debating whether to integrate coding at school**

Países Europeos donde la programación es parte del currículum escolar obligatorio en algún nivel. Infografía tomada de EurActiv [49] basada en datos de *European Schoolnet* [52].

2.2.3 CSE en Inglaterra

El caso de Inglaterra es icónico y ha sido ampliamente comentado en los medios, puesto que añadió la CSE al currículum nacional como asignatura obligatoria durante toda la educación primaria y secundaria.

Parte de la gestación de este cambio partió el año 2012, cuando tres organizaciones de temas relacionados con CSE hicieron una declaración conjunta, donde manifestaron la necesidad de enseñar Ciencias de la Computación a lo largo de la carrera educativa. En estas asociaciones participan actores de múltiples sectores de la sociedad, como educadores, tecnólogos, políticos, universidades, compañías privadas, y apoderados de colegio. Primero hicieron una distinción entre Information and Communication Technology (ICT) y Computer Science (CS), siendo la primera centrada en el uso de los sistemas computacionales, mientras que la CS es el estudio de la construcción y funcionamiento de los computadores (ver anexo 8.2). Luego mostraron la necesidad de que ambas existiesen en el proceso de formación, primero en forma conjunta y luego como asignaturas separadas. [30]

El año 2014 se eliminó el antiguo curso de ICT, considerado aburrido e incluso dañino [45]. En su lugar se creó un curso de computación para todos los niveles educativos, en el que se enseña ciencias de la computación, desde pensamiento computacional hasta programación, acorde a las edades de los alumnos [43][44].

2.2.4 CSE en EE.UU.

Hace ya una década, en EE.UU. se hizo el intento de implementar la enseñanza de Ciencias de la Computación en colegios, pero los estudios ACM/CSTA de Wilson et al. [2010] llegaron a la conclusión que la mayoría de los estados se había enfocado en habilidades de bajo nivel en vez de conceptos y capacidades de ciencias de la computación [25].

A principios del 2016, el gobierno lanzó la iniciativa *Computer Science for All*, la cual apunta a que se enseñe ciencias de la computación a todos los niveles educativos en EE.UU. Para ello se están dedicando más de 4 mil millones de dólares en financiamiento para los estados, distritos, y a las instituciones nacionales dedicadas a la formación de profesores de computación. También se está involucrando a los gobiernos locales, fundaciones y corporaciones privadas para crear un ecosistema que potencie la enseñanza de ciencias de la computación. Aún hay que esperar para ver los resultados de esta iniciativa, y el impacto que tenga sobre las especialidades en la CTE.

2.2.5 CSE en Argentina

En Argentina existe una iniciativa llamada Program.ar (sic.), la que se autodefine como:

"una iniciativa del Estado Nacional que busca acercar a los jóvenes al aprendizaje de las Ciencias de la Computación en las escuelas y concientizar a la sociedad en general sobre la importancia de conocer estos conceptos."

Esta plataforma provee herramientas educativas para alumnos y profesores, como guías de actividades y herramientas computacionales. [31]

El año 2015, se aprobó una resolución del Consejo Federal de Educación, que da ingreso formal a la enseñanza de programación informática al sistema educativo obligatorio. Ésta plantea una incorporación progresiva de esta materia en todas las escuelas primarias y secundarias de gestión estatal, partiendo por 300 escuelas y eventualmente llegando a todo el sistema educacional [46].

2.3 Computación como especialidad en IVET

La computación tienen cierta tradición en los estudios IVET. En lo que sigue reseñaremos algunas de las experiencias más relevantes.

2.3.1 Experiencia en Alemania

En Alemania, la computación se enseña tanto en colegios técnicos como en la educación general, con orígenes y enfoques distintos, pero ambos orientados a actividades y contextualización. Una de las grandes diferencias entre ambos es el modelo de competencias subyacente. La educación técnica usa un modelo holístico con más dimensiones, pero sin una descripción de niveles de competencia [10]. En la educación general, las ciencias de la computación se enseñan entre el quinto y el décimo año de estudio, bajo el modelo educativo basado en el contexto, utilizado para enseñar física química y biología [12].

Los estándares educacionales se dividen en estándares de contenidos y de procesos.

- a. Los de contenido incluyen: Información y datos, algoritmos, lenguajes y autómatas, informática y sistemas informáticos, y el hombre y la sociedad.
- b. Los de procesos incluyen: modelar e implementar, razonar y evaluar, estructurar e interrelacionar, comunicar y cooperar, y representar e interpretar. [13]

Peter Hubwieser trata el caso de estudio del Estado de Baviera en Alemania, donde el 2004 se implantó la asignatura obligatoria de computación [25]. Entre los años de estudio 6-7 es una asignatura obligatoria para todos los alumnos, entre 9-10 para los de ciencia y tecnología, y 11-12 como optativo para obtener una certificación en CS. El 2011 se graduaron los primeros alumnos que cursaron todos los niveles, por lo que se describe el proceso desde su ideación hasta los primeros graduados.

La computación en educación media está muy desarrollada en Alemania, especialmente en IVET. Preliminarmente puede ser un muy buen referente en cuanto a mallas curriculares y metodologías de enseñanza.

2.3.2 Experiencia en Austria

En el caso de Austria, la programación es parte del currículum nacional en la educación general durante toda la educación secundaria, mientras que para las especialidades de IVET sólo durante la educación secundaria superior [52].

El año 2011, el Ministerio de Educación publicó nuevos estándares educativos para la IVET, orientándola al desarrollo de competencias bien definidas. La educación técnica dura cinco años, desde el noveno al decimotercer año de estudio, y no sólo confiere un diploma que certifica cualificaciones profesionales, sino además acceso a la universidad. La mitad de los estudiantes que obtienen su diploma cada año optan por educación terciaria, y el resto son bien recibidos por empleadores. [11]

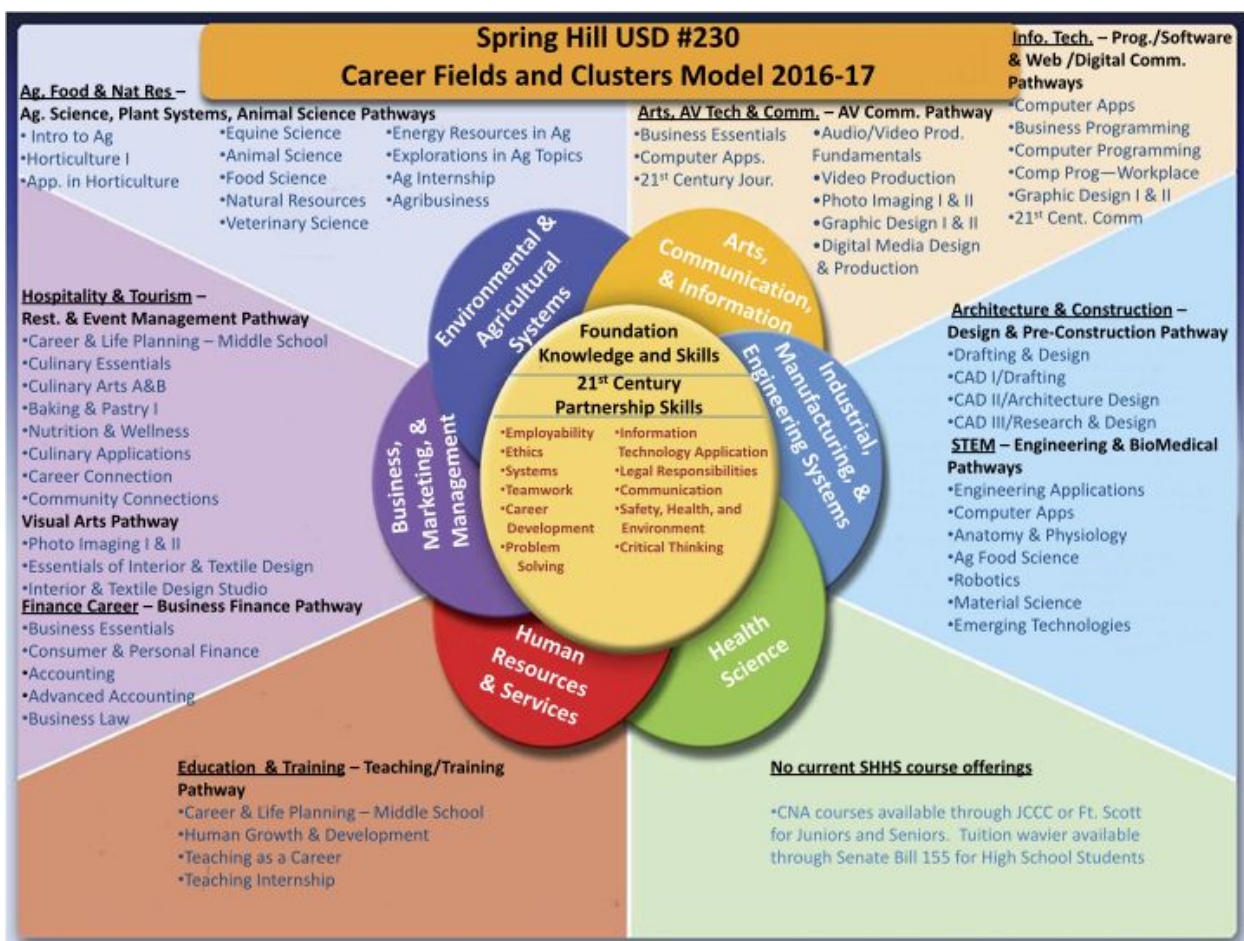
En las especialidades de Tecnologías de la Información (TI), la mitad de las horas académicas se dedican a ramos generales, y el resto a computación [11]. Los estándares de contenidos son similares a los de Alemania, y se utiliza un sistema de descriptores para definir el nivel de desarrollo de competencias. [14]

De manera general, la computación en la IVET de Austria tiene buenos resultados, y se observa investigación en mallas curriculares y metodologías de enseñanza, por lo que Austria es también un buen candidato para caso de estudio.

2.3.3 Experiencia en EE.UU.

El sistema educacional de EE.UU. es descentralizado, cediendo a los estados y gobiernos locales muchas de las decisiones en educación [38]. Por tanto, si bien hay iniciativas nacionales, el grado y calidad de implementación varía según estado y distrito.

Respecto a la computación como especialidad en la CTE, en la mayoría de los estados se puede encontrar más de una especialidad relacionada con computación [40]. Estas especialidades varían mucho entre diferentes estados y ciudades.



Cúmulos de carreras del distrito educacional de Spring Hill, Kansas, EE.UU.. Se muestran las especialidades de: Apps de computador, Programación para empresas, Programación de computadores, Programación de computadores - lugar de trabajo, y Comunicaciones para el siglo 21 [42].

2015-2016 Career Technical Education (CTE) Pro

	Agriculture & Horticulture				Business	Construction & Architecture				Culinary & Hospitality	Education & Training	Health Sciences	Information Technology																					
	Ag Education	Agricultural Business	Agricultural Mechanics & Technology	Animal Science	Food Science	Horticulture Science	Accounting	Entrepreneurship	Architecture	Cabinet Making	Carpentry	Electricity	HVAC and Refrigeration	Plumbing	Welding	Culinary Arts	Hospitality Management	Early Childhood Education	Teaching	Allied Health	BioMedical	Medical and Health Careers	Medical Assisting	Cisco Networking	Computer Engineering	Computer Programming	Game Programming	IT Applications	Oracle/Database Programming	Software Applications	Web Design			
ACE Tech									✓																									
Amundsen																																		
Austin Business & Entre.							✓	✓																										
Austin Polytech																																		
Bogan								✓																										
Bowen																																		
Brooks																											✓							
Chicago Ag	✓	✓	✓	✓	✓	✓																												
Clemente																	✓				✓													
Corliss																	✓																	
Crane - Medical																					✓													
Curie							✓		✓		✓							✓		✓							✓		✓				✓	
CVCA						✓				✓							✓						✓											
Disney II																										✓								✓
Dunbar									✓	✓				✓		✓	✓			✓	✓													✓

Extracto de los programas de CTE de las escuelas públicas de la ciudad de Chicago, EE.UU. por colegio. Se muestran las especialidades de: Redes Cisco, Ingeniería en computación, Programación de computadores, Programación de juegos, Aplicaciones de TI, Programación de bases de datos, y Aplicaciones de software [41].

2.4 El Modelo Darmstadt

A nivel internacional muchas veces no existe claridad respecto a las metas de una asignatura de ciencias de la computación ni del contenido que este curso debiese tener. En la conferencia ACM-ITiCSE del 2011 en Darmstadt, Alemania, el grupo de trabajo llamado Informatics in Secondary Education (WG ISE) integró experiencias recolectadas en cinco países, y presentó el Modelo Darmstadt como primer paso para crear un marco de trabajo que definiese estas incógnitas. Éste pretende reflejar todos los factores relevantes para la CSE [17]. Este grupo de trabajo sigue trabajando para ampliar esta discusión a nivel internacional. [25 pag 2].

Este modelo sigue en desarrollo, y es tomado como referente en muchos de los papers de CSE en las escuelas. Éste puede ser muy útil para entender y desarrollar un buen sistema de CSE en Chile, en particular para la EMTP.

2.5 Investigación en CSE

La enseñanza de los fundamentos de la computación se ha tornado un importante tema de investigación académica, donde participan tanto expertos en computación como en educación. Muestra de ello son numerosos grupos de interés y conferencias que se

realizan alrededor del mundo. Incluso se hace investigación en políticas públicas relacionadas al tema, como muestra el desarrollo del Modelo Darmstadt.

Existe el *Special Interest Group in Computer Science Education* de la ACM (SIGCSE), que hace cuatro conferencias anuales en el área: el *Technical Symposium*, con aproximadamente 1300 participantes; la *Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (ITiCSE) con aproximadamente 300 participantes; la *International Computing Education Conference* (ICER) con aproximadamente 80 participantes; y el *Doctoral Consortium* (DC) que se suele realizar en conjunto con ICER con aproximadamente 20 participantes. Su misión es proveer un foro para que educadores discutan temas relacionados al desarrollo, implementación y/o evaluación de programas, currículum y cursos de computación, como también programas de estudio, laboratorios y otros elementos de enseñanza y pedagogía. [47]

También existe el *Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (WiPSCE), el que al 2016 llevaba 11 versiones. Sus metas son mejorar el intercambio de investigación y práctica relevantes a la enseñanza y aprendizaje en educación primaria y secundaria, entrenamiento a profesores, e investigación relacionada. Ésta tiene sus bases en un taller de larga trayectoria de la Comunidad de Educación en Computación Alemana, y se ejecuta en cooperación con la SIGCSE. [55]

Además, desde el 2005 se realiza la *International Conference on Informatics in Schools* (ISSEP), la que se ha realizado 9 veces entre el 2005 y el 2016 en distintas partes de Europa. Se autodefine como un foro para investigadores y practicantes en el área de educación informática, tanto en la primaria como en la secundaria, la que provee una oportunidad para que los educadores reflexionen sobre las metas y objetivos de este asunto, su currículum y paradigmas y temáticas de enseñanza y aprendizaje, sus conexiones a la vida diaria y formas varias de desarrollar la educación informática en los colegios. [58]

3 Estado del arte de la EMTP y de la especialidad de Programación en Chile

La computación como disciplina académica en Chile tiene aproximadamente medio siglo. Ésta comenzó con la introducción de los primeros computadores en Chile, luego siguió su consolidación en la academia, el Estado y la industria, y finalmente se produce la expansión y popularización de la disciplina. La enseñanza de la computación se inició en 1968 con la primera carrera de computación impartida en la Universidad de Chile. [60]

Luego, con la introducción de los computadores personales a principios de los '80, la computación llegó a las aulas de clase. Sin embargo, el enfoque de enseñanza en la escuela fue fundamentalmente la computación como herramienta, por lo que la programación no se ha considerado como parte del currículum obligatorio en enseñanza primaria o secundaria. Fue recién en el año 2016 cuando la programación pasó a ser parte del currículum escolar de algunos liceos técnicos, que imparten la especialidad de Programación.

En esta sección revisaremos la historia y estado actual de la especialidad de programación en la EMTP en Chile, pasando por una contextualización de la EMTP en general.

3.1 EMTP en Chile

Los principios de la sistematización de la EMTP en Chile se remontan a la Ley de Instrucción Primaria Obligatoria de 1920, la cual estableció las escuelas elementales, superiores y vocacionales. Luego, con la reforma educacional del año 1965, se fijó una educación primaria de 8 años y una educación secundaria de 4 años dividida en Científica Humanista y Técnico Profesional. La EMTP entregaba herramientas para incorporarse al mundo laboral, pero también dejaba abierta la posibilidad de continuar con estudios superiores. En los años '80 y '81 los establecimientos públicos de enseñanza técnica pasaron en su mayoría a la administración municipal. Los cuatro años de la EMTP se dividieron en dos ciclos de dos años, el primero de educación científico humanista y el segundo técnico profesional. En el contexto de la liberalización de la época, se permitió que cada liceo creara sus propias especialidades, planes y programas. En los años '90 se elimina el primer ciclo de dos años, buscando postergar la decisión vocacional y asegurar el acceso a los aprendizajes considerados fundamentales. También se agregó, a modo de experimentación, la formación dual, siguiendo los ejemplos de países como Alemania y Holanda. Uno de los grandes cambios de paradigma fue cambiar el enfoque de capacitación para un puesto de trabajo específico por una formación más amplia. Siguiendo esta línea, en 1998 se hace una nueva reforma educacional que estandariza las especialidades, reduciéndolas de 403 a 46, y eliminando las especialidades relacionadas con computación. Al momento de la reforma se estabiliza el número de matrículas en la EMTP en alrededor del 45% del alumnado que cursa enseñanza media, luego de un crecimiento sostenido desde el

29% en 1981. El año 2008 se hace una revisión de las especialidades, y se decide mantener 42 de ellas. [54] [15] [56]

3.1.1 Estado actual de la EMTP en Chile

Según estudios publicados el 2015, alrededor del 41% de los alumnos de enseñanza media se deciden por el camino de la EMTP [57]. Estos son en su mayoría alumnos de familias con menor nivel de educación e ingresos económicos que los alumnos de la EMCH. Según cifras publicadas el año 2011, para estudiantes de EMTP y EMCH respectivamente, el ingreso per cápita familiar promedio es de \$58.234 y \$117.389; los años de escolaridad de los padres son de 10,6 y 13; y la ascendencia indígena es de 15,4% y 8%. [15]

En cuanto a la persistencia y continuación de estudios, según estudios realizados para el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) el 2013 [33], se puede observar lo siguiente:

- Un 41% de los estudiantes de enseñanza media técnico profesional continua estudiando en la educación superior. La mayor parte asiste a centros de formación técnica e institutos profesionales (61,9%). En contraste, un 67,1% de los estudiantes de EMCH continúan estudiando en la educación superior, y en su mayor parte cursan sus estudios en universidades (70%).
- Los estudiantes vulnerables o con menores logros académicos desertan mucho más en la enseñanza media científico humanista que en la técnico profesional.
- Los egresados de la enseñanza técnico profesional tienen una alta tasa de deserción en los estudios superiores, un 32,6% comparado con un 19% entre los egresados de la enseñanza media científico humanista.

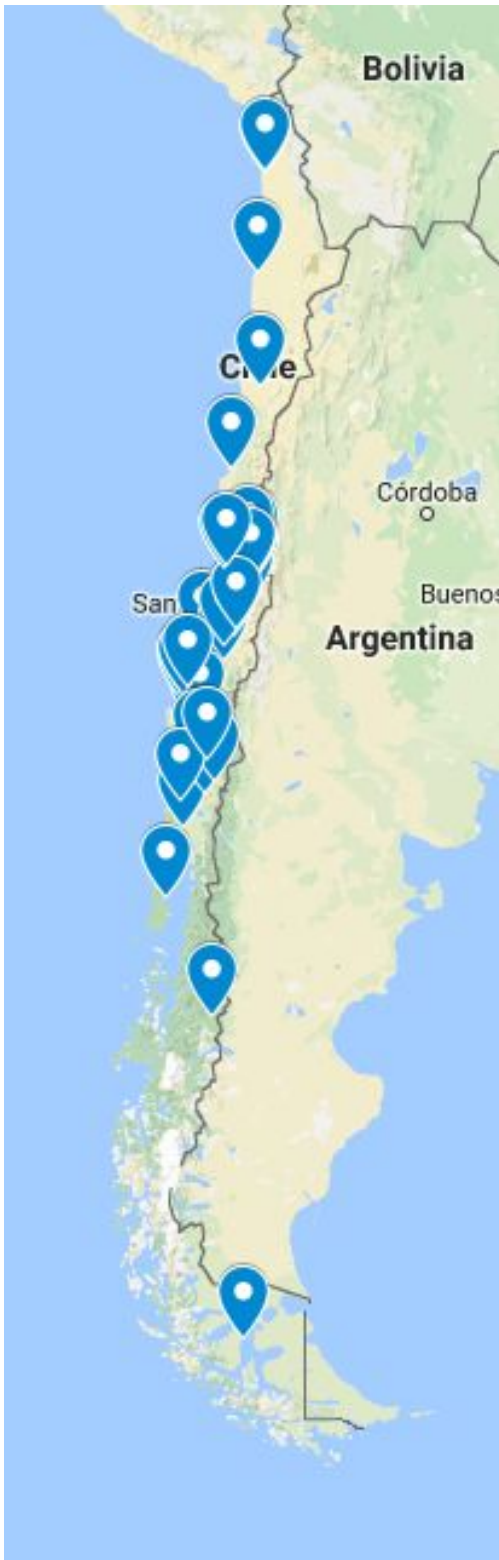
3.2 La especialidad de Programación en la EMTP en Chile

En el año 2013, con la publicación de un decreto de ley con las bases curriculares, se inició la nueva reforma, donde se reducían a 34 las especialidades dictadas y se introdujeron las nuevas especialidades de Programación, y Conectividad y Redes [2]. A fines del 2014, el nuevo gobierno modificó la fecha de entrada en vigencia del decreto de ley desde 2015 al 2016, sin modificar las bases curriculares [3].

A mediados del 2016 se hizo una solicitud de información por transparencia pasiva al Ministerio de Educación de Chile, preguntando por los liceos que imparten la especialidad de programación. La respuesta fue un listado con los liceos técnicos que imparten especialidades del sector económico "Tecnología y Telecomunicaciones" y las cantidades de alumnos en las distintas especialidades de "Programación", "Conectividad y Redes" y "Telecomunicaciones". La lista incluye 87 liceos, 2 de ellos con educación para adultos, 48 de ellos en la Región Metropolitana. De éstos, sólo 4 declararon alumnado en la especialidad de Programación, sumando en su totalidad 203 alumnos que estarían cursando la especialidad en su primer año de existencia. A este número se suman al menos los alumnos del Liceo Politécnico Andes, de Renca, el cual imparte esta especialidad y por algún motivo aparecen 0 alumnos cursando la

especialidad. Por otro lado, es extraño que en los cuatro liceos no haya alumnos inscritos en las otras especialidades de Telecomunicaciones, y Conectividad y Redes (ver anexo 8.4).

Según los datos recopilados, se puede ver que en el primer año de existencia de la especialidad de Programación no hay un alto grado de adopción por parte de los liceos, a pesar que existe demanda por parte del alumnado (cf. entrevista a William Martínez; ver anexo 8.3), y que la especialidad se venía anunciando desde el 2013.



Distribución de los liceos técnicos que imparten especialidades del sector económico "Tecnología y Telecomunicaciones", donde potencialmente podría enseñarse la especialidad de Programación. Mapa hecho con datos obtenidos de acceso por solicitud de acceso a la información pública (ver anexo 8.4).

3.2.1 Un caso a modo de ilustración: del Liceo Politécnico Andes

Dentro del marco de la investigación, se encontró que existía al menos un liceo técnico que dictaba la especialidad de programación antes de la reforma, bajo el nombre de la especialidad de Telecomunicaciones. Si bien otros liceos también dictaban la especialidad de Telecomunicaciones, en los currículum que se revisaron se tratan sólo temas de redes y hardware, y nada de programación [69][70][71][72].

Según una entrevista a William Martínez, Coordinador General Curricular del Liceo Politécnico Andes (ver anexo 8.3), el Liceo Politécnico Andes nació el año 1990 bajo el alero del instituto técnico DUOC de la Universidad Católica de Chile. Se impartió la especialidad de Programación hasta la reforma del '98, momento en que se tuvo que adaptar para cumplir con los requisitos de Ministerio, y así continuar con la formación de programadores. Cuando se inició la formulación de la reforma del año 2013, se consultó a especialistas de este liceo para crear las bases y los primeros borradores de los programas, siendo éstos posteriormente adaptados con el cambio de gobierno el año 2014.

Dentro de los elementos destacables de los programas actuales de este liceo, está el que se enseñe cursos introductorios a la computación y a la programación en general durante los primeros años de enseñanza media, aprovechando las horas disponibles para cursos electivos de libre disposición. Otro elemento destacable es la convalidación de algunas asignaturas en caso que se decida continuar estudios en el instituto técnico Duoc UC.

	1° año medio	2° año medio	3° año medio	4° año medio
FORMACIÓN DIFERENCIADA	Horas / semana	Horas / semana	Horas / semana	Horas / semana
Taller de Programación	4	3		
Taller de Software	3	2		
Fundamentos de Computación e Informática	2	4		
Programación Orientada a Objetos			4	
Base de Datos			4	
Sistemas Operativos			4	
Conectividad y Redes			4	4
Cableado Estructurado			4	
Taller de Hardware y Software			4	
Ética			2	
Desarrollo de Aplicaciones WEB				4
Ofimática				4
Seguridad Informática				4
Sistemas Operativos de Redes				4
Administración de Redes				4
Emprendimiento e Innovación				2
Física Aplicada			2	2
Total Horas Especialidad: Telecomunicaciones	9	9	28	28

Plan de estudio de la especialidad de Telecomunicaciones del Liceo Politécnico Andes [66].

El Liceo Politécnico Andes es uno de los pocos, sino el único, caso en que se continuó con la enseñanza de programación. Esta afirmación se hace de acuerdo a lo consultado a encargados de este liceo, a la información recopilada desde el MINEDUC, y a la dificultad de hacerlo sin las condiciones de apoyo que éste liceo tuvo de parte del DUOC UC.

3.2.2 Planes y programas de la especialidad de Programación

Los lineamientos de la especialidad de Programación están sentados en el decreto de ley que modifica la EMTP en Chile, promulgado y publicado el año 2013 [2]. Éste presenta el contexto laboral de la especialidad de computación, y la creciente importancia para la sociedad y la industria. Como campo laboral se mencionan empresas, organizaciones públicas o privadas, y emprendimientos propios. Los productos esperados mencionados son:

"Programas y aplicaciones informáticos; soporte a usuarios; desarrollo y mantención de sitios web. Mantención y configuración de equipos. Administración de bases de datos" (sic).

Finalmente se listan los siguientes objetivos de aprendizaje de la especialidad:

1. Desarrollar programas y rutinas de baja y mediana complejidad que involucren estructuras y bases de datos de acuerdo a los requerimientos de la empresa.
2. Instalar sistemas de información manufacturados, para obtener la información necesaria de acuerdo a los requerimientos de la empresa.
3. Desarrollar aplicaciones y rutinas para el mantenimiento y la actualización de bases de datos de acuerdo a los requerimientos de la empresa.
4. Construir aplicaciones computacionales basadas en programación orientada a objetos, de manera de cumplir con las exigencias técnicas y de los usuarios.
5. Desarrollar aplicaciones web acordes a los requerimientos y utilizando los lenguajes de programación disponibles en el mercado, permitiendo la administración y publicación de información en internet.
6. Implementar planes de mantención preventiva y correctiva de software, de manera de fomentar su productividad.
7. Dar soporte técnico a usuarios de un sistema computacional en forma local o remota, cumpliendo con las exigencias técnicas y de los usuarios.
8. Instalar y actualizar elementos de hardware y software en una organización, con el fin de potenciar el rendimiento y/o corregir errores típicos.

9. Instalar y configurar sistemas operativos en computadores personales con el fin de incorporarlos a una red LAN, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad establecidos.
10. Instalar software de productividad y programas utilitarios en un equipo personal, de acuerdo a los requerimientos de los usuarios.

El año 2015 se publicó el programa de estudios para la especialidad de programación de la EMTP [37]. En éste se hace una bajada concreta de los objetivos de aprendizaje del decreto de ley. Para cada objetivo se describen aprendizajes esperados, y para cada aprendizaje esperado un listado de criterios de evaluación. Finalmente se entregan ejemplos de actividades de aprendizaje. Además se entregan orientaciones para la implementación de los programas y para la formación técnico profesional.

A modo de ejemplo, se presentan dos actividades de aprendizaje sugeridas del programa de estudios, de áreas y metodologías de enseñanza distintas.

- A. Ejemplo de actividad de aprendizaje "Instalación de software ofimático, en estación monousuario a requerimientos del usuario y requisito de ordenador" para el módulo de Soporte a usuarios y productividad:

Docente:

- Explica y contextualiza la actividad a realizar en clases.
- Muestra el medio de soporte físico en que está el software ofimático.
- Destaca la importancia de licenciamiento y releva aspectos relacionados con la versión y los requisitos de ordenador para su instalación y funcionamiento.
- Demuestra cómo se coloca el medio de soporte en el lector adecuado del computador.
- Inicia el proceso de instalación activando y respondiendo a eventos en el monitor.
- Explica cada fase de la operación: tipo de instalación, claves, idiomas, módulos, componentes, etc.
- Termina la instalación verificando y confirmando que sea satisfactoria.
- Destaca puntos relevantes y concluye la instalación retirando medio de soporte.
- Entrega los materiales para realizar la actividad.

Estudiantes:

- Escuchan las explicaciones a la actividad de la clase.
- Observan la instalación realizada como demostración.
- Revisan la guía, el CD de manuales y los procedimientos de instalación.
- Insertan el CD en el lector de su computador de trabajo.
- Inician la instalación replicando el procedimiento de la demostración.
- Responden a eventos producidos durante la fase de instalación.
- Terminan la instalación y efectúa los procedimientos de verificación de resultado satisfactorio.

B. Ejemplo de actividad de aprendizaje "Construcción de algoritmos" para el módulo de Programación y Bases de datos:

Docente:

- Organiza a sus estudiantes en grupos de cuatro.
- Presenta una introducción con respecto a los algoritmos.
- Explica el trabajo a realizar en cada grupo.
- Entrega la guía de aprendizaje, en la que se señala el tema y los procedimientos de investigación relacionados con el trabajo a realizar.

Estudiantes:

- Observan la presentación y explicación dada antes de la actividad.
- Organizan las tareas para desarrollar el trabajo.
- Analizan la guía y formulan consultas.
- Investigan en internet acerca de los algoritmos, su estructura y aplicación.
- Debaten sobre procedimientos cotidianos.
- Concuerdan en el planteamiento de un problema determinado para construir su algoritmo de solución.
- Construyen el algoritmo siguiendo pautas investigadas.

- Debaten sobre la validez del algoritmo con respecto a la solución esperada y efectúan correcciones, si es necesario.
- Debaten conclusiones en el grupo y las presentan en una disertación, en la que incluye el algoritmo y los antecedentes investigados.

3.3 Análisis

Como se expuso anteriormente, la mayoría de los estudiantes que optan por la EMTP provienen de familias con menor nivel de educación e ingresos económicos que los alumnos de la EMCH. Este camino, en la apreciación de esas familias, provee mejores posibilidades de terminar sus estudios secundarios, y entrega herramientas que permiten una empleabilidad directa o continuación de estudios.

Según los datos obtenidos por acceso a la información pública (ver anexo 8.4), la especialidad de Programación podría dictarse en más de 80 liceos a lo largo de todo el país. Por todo lo anterior, la EMTP y en particular la especialidad de Programación pueden proveer oportunidades de formación con un alto grado de impacto social.

Los dos años de duración de la especialidad de la EMTP es poco tiempo para enseñar una buena base en programación. Sin embargo, se pueden usar soluciones como la del Liceo Politécnico Andes, quienes utilizan los horarios de libre disposición en primero y segundo medio (novenio y décimo año) para dictar cursos introductorios a la computación. Una opción mejor, pero más compleja de implementar, es que los liceos que cuenten con educación primaria enseñen pensamiento computacional y programación a todos los alumnos desde ese nivel.

La especialidad de Programación en la EMTP es muy reciente (2016), por lo que se está tomando la experiencia de liceos que dictaban esa especialidad para el diseño y desarrollo de planes y programas. Estos programas han tomado poco en cuenta el desarrollo de la industria, por lo que varias de las herramientas y habilidades que se enseñan tienen poca relevancia práctica o algunas incluso están obsoletas.

Algunos productos esperados de la especialidad, como el de soporte a usuarios y mantención y configuración de equipos, por numerosas razones, no se alinean bien con el perfil de programación. Muchos de estos servicios se están externalizando, y son las empresas que entregan estos servicios las que están en la mejor posición para hacer las capacitaciones necesarias.

El documento de Bases Curriculares citado en la sección 3.2, presenta objetivos de aprendizaje en su mayoría utilitarios y de baja complejidad, los que muestran una visión de corto plazo del contexto laboral. Ejemplos de ello son: gran importancia en administración y mantención de base de datos, siendo que las tareas simples se pueden manejar con herramientas para abstraer esta capa, como *Object Relational Mapping* (ORM), y que en la práctica las tareas complejas van a quedar en manos de expertos en bases de datos; configuración simple de servidores, cuando éstos se han ido externalizando en forma de servicios remotos on demand como *Infrastructure as a Service* (IaaS) o *Platform as a Service* (PaaS) y el crecimiento de *DevOps* que

automatiza estas tareas y las deja del lado del desarrollador (ver sección 5.3); asesoría básica a usuarios, considerando que la proporción de nativos digitales en la fuerza laboral va en crecimiento, que los usuarios en general están cada día más familiarizados con la tecnología, y que las interfaces se han vuelto más intuitivas (ver sección 1.1.4); instalación y actualización de programas, siendo que la tendencia es a transformarlos en servicios remotos, a que las instalaciones se hagan con un click, y que las actualizaciones se realicen de forma automática (ver sección 1.1.4); por último, se trata a la Internet sólo como un medio para publicar información, desestimando las funcionalidades que provee la web 2.0, las redes sociales y la nube computacional. Si bien es posible que temas como bases de datos y trabajo en servidores tengan futuro, el enfoque utilitario puede fácilmente transformar a los estudiantes en usuarios de herramientas, dificultando la adaptación a los rápidos cambios que éstas están sufriendo.

El programa de estudios está bien estructurado, y tiene muchos elementos rescatables. Sin embargo, varios de los criterios de evaluación están enfocados en seguir protocolos y otros elementos superficiales que no hablan de una comprensión profunda, sino de simplemente seguir instrucciones. Dentro de las actividades de aprendizaje sugeridas, hay algunas que usan metodologías de enseñanza destacables, y otras un tanto anticuadas. En la actividad sugerida de “Construcción de algoritmos” se enseña a investigar en internet y aprender por cuenta propia, como también a trabajar y aprender en equipo. Por otra parte, la actividad de “Instalación de software ofimático, en estación monousuario a requerimientos del usuario y requisito de ordenador” se enseña a repetir lo que hace el profesor. Encima de esto, se está enseñando una actividad de baja dificultad, que casi no se realiza en el mundo laboral, y utilizando tecnología que ya no se utiliza para estos fines.

4 Tendencias que inciden en la programación en EMTP

Hay hoy un gran debate sobre cuáles serán las líneas de evolución de la computación en el futuro. En esta sección, basado en estudios y documentos que tratan del futuro de la computación, se analiza la proyección laboral del perfil técnico que se pretende formar en la especialidad de Programación de la EMTP.

4.1 La computación como servicio

Nicholas Carr [35] sostiene que las áreas de computación de las empresas van a desaparecer, ya que las soluciones computacionales van a pasar a ser servicios casi en su completitud. El autor hace una comparación con lo que fue la electricidad para las industrias a principios del siglo XX, donde cada industria tuvo su propio generador, hasta que por temas de conveniencia y competitividad, la electricidad pasó a ser un servicio centralizado, el que se entregaba en forma remota. La computación fue una ventaja competitiva hasta finales de los '90, donde los que desarrollaban su software *in house* tenían una ventaja sobre sus competidores. Desde entonces, empresas externas comenzaron a construir soluciones computacionales genéricas, las que pasaron a ser una necesidad para el negocio y no una ventaja competitiva. El costo de una solución *in house* específica para el negocio ha sido cada vez menos rentable, ya que las ventajas de tener una solución propia no se comparan a los costos de crearlas y mantenerlas. Por su parte las soluciones genéricas bajan sus costos y mejoran su calidad al escalar.

Con la aparición del *Software as a Service* (SaaS), el software se puede entregar a cualquier dispositivo conectado a internet a través de un navegador, sin necesidad de instalación ni configuración. A esto se suman las "tiendas virtuales", las que permiten la instalación y actualización de software nativo para cada plataforma.

Con todo esto, el rol de las áreas de computación de las empresas ha ido disminuyendo, casi por completo en temas de desarrollo de software, y en muchas tareas de administración de sistemas. Según el autor Jason Hiner de la revista en línea *Tech Republic*, el rol de los informáticos en las empresas va a ser el de consultores internos, para toma de decisiones computacionales en los proyectos. Y finaliza diciendo que lo que más se va a necesitar son buenos programadores para la industria del desarrollo de software, que va a seguir creciendo. [65]

4.2 Perspectiva de las grandes empresas de software

Los académicos Armando Fox y David Patterson de la Universidad de California Berkeley diseñaron el curso de Ingeniería de Software para esa universidad. Para el diseño de este curso hablaron con representantes de grandes empresas de software, entre otras: Amazon, eBay, Facebook, Google, y Microsoft, para entender cuáles eran las habilidades que más requerían de sus programadores. En orden de prioridad, éstas son: continuar el desarrollo de código legado con poca documentación, testeado de código como práctica internalizada al programar, trabajar con clientes no técnicos, y trabajar en equipos.

En este curso explican que el nuevo paradigma para la construcción de software es el *cloud computing* (computación en la nube) [34]. Más en detalle, muestran que todo el ciclo de vida del software se está tendiendo a hacer en la nube: desde el desarrollo de software hasta su puesta en producción. Por otro lado, explican que las metodologías ágiles de desarrollo de software se adaptan muy bien al paradigma de *cloud computing*: la práctica ágil de trabajar con equipos pequeños cohesionados funciona muy bien para hacer desarrollos modulares; la práctica ágil de testeo de funcionalidades y de la integración entre módulos permite el desarrollo de plataformas robustas a pesar de su gran tamaño; la práctica de integración continua funciona muy bien con el paradigma de que es "sólo una versión del software" la que se sirve a los clientes; etc.

Este curso se lleva dictando en UC Berkeley desde el año 2007. Su popularidad los llevó el 2012 a crear un curso abierto masivo en línea (MOOC) para enseñar a más alumnos alrededor del mundo, crear herramientas para que cada profesor pudiese crear su propio curso pequeño privado en línea (SPOC), desarrollar material y herramientas para el curso, y escribir libros y manuales para que otros profesores pudiesen dictar este curso. En el curso se usan todas las herramientas online: IDEs colaborativos, repositorios, servicios de integración continua, PaaS, etc. los que son gratis o tienen un costo mínimo para fines académicos.

4.3 Perspectiva del sector empresarial Chileno

A fines del 2015 el gobierno publicó la agenda digital planificada desde entonces hasta el año 2020 [61]. En ella se habla de la importancia que tiene este sector en la economía actual y futura, entre otros destacando su crecimiento: "[hubo] un aumento en el número de empresas del sector [TI] en un 21%, y un aumento en el empleo en un 59% para el período 2005 al 2013".

El año 2012, el instituto profesional AIEP encargó un estudio de mercado para "explorar las expectativas de los empleadores respecto al perfil y formación del profesional del área TIC, en diferentes áreas" [62]. En este estudio cualitativo se entrevistaron a 300 ejecutivos de empresas de la Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de la Información (ACTI). De este estudio destacan los siguientes resultados:

1. "En las carreras profesionales, destaca la Ingeniería de ejecución mención desarrollo de sistemas, con un 90% de esas opiniones. Un 50% opina que será el profesional más demandado."
2. "Se estima que a futuro se estarían requiriendo alrededor de 70.700 de técnicos y profesionales del área TIC." (sic)
3. "Un 47% declara que habrá un déficit de cerca de un 22% de estos profesionales."
4. "Dentro de las debilidades que se evidencian en las personas egresadas del área TIC al ingresar al trabajo, destaca la falta de práctica (40%), la falta de

conocimientos (29%), el manejo de las relaciones interpersonales (11%), y del idioma inglés (10%)."

5. "Como habilidades blandas más relevantes para el profesional del área de TIC, se mencionaron las buenas relaciones interpersonales (37%), la capacidad de trabajar en equipo (22%), la responsabilidad y compromiso (15%), y la proactividad (14%)."
6. "Las sugerencias que harían para la formación del profesional del área de TIC aluden a tener más horas de práctica (31%), profundizar en tecnologías actuales, (17%), mejorar conocimientos (14%) y desarrollar habilidades blandas (11%)."
(sic)
7. "Al evaluar la estimación de demanda de diferentes áreas de TIC, destacan el desarrollo y análisis de sistemas, con un 90% estimado que existe una alta demanda, el diseño y construcción de de soluciones móviles y multimediales, y la jefatura de proyectos en TIC, con un 86%."

4.4 Perspectivas de los profesores y ex-alumnos

A modo de estudio exploratorio (sin pretender exhaustividad), se realizaron entrevistas a cuatro profesores universitarios, dos profesores de la especialidad de programación de un liceo técnico, y dos alumnos de la especialidad de programación, uno egresado el año 2008 y uno que se encuentra terminando el último año de la especialidad el año 2016 (ver anexo 8.3).

Se tuvo una conversación abierta con cada uno, hablando de la realidad de los liceos técnicos, de la educación en programación, y de las necesidades que se percibían en el ambiente educacional y laboral. A través de las conversaciones se intentó responder, entre otras cosas, las siguientes interrogantes:

- ¿Qué conocimientos teóricos debieran adquirir los alumnos?
- ¿Qué habilidades técnicas debieran adquirir los alumnos?
- ¿Qué habilidades blandas debieran adquirir los alumnos?
- ¿Hay que enfocarse en una habilidad en profundidad o en conocimiento general?
- ¿Cuánto foco hay que poner en la teoría y cuánto en la práctica?
- ¿Qué importancia tienen las habilidades de soporte técnico para el alumno?
¿Para el mercado?

El ex alumno tenía una visión crítica de su formación, tomando en consideración la experiencia propia y la de compañeros de curso con los que había mantenido contacto. Si bien destaca ciertos elementos del aprendizaje técnico, también menciona que varios de éstos están obsoletos, que hay mucho enfoque en temas de redes, y que no se entregan herramientas y metodologías de desarrollo modernas. Por otra parte, también

critica la formación enfocada a ser empleado, y la falta de desarrollo de la creatividad y la proactividad. Según su experiencia, mencionó los siguientes conocimientos como necesarios para salir bien preparado al mundo laboral:

Teóricos: programación orientada a objetos, algoritmos, metodologías ágiles y tradicionales, bases de datos.

Técnicos: Bases de datos, varios lenguajes de programación como Python, Java y C#, *frameworks* de programación web, programación en el *back end* y en el *front end*, git.

Habilidades blandas: ser metodológico, proactividad, trabajar colaborativamente.

El alumno de último año tenía una buena impresión de la especialidad, teniendo la percepción que la mayoría de las asignaturas y actividades le habían ayudado a desarrollar las capacidades que necesita para el mundo laboral. Sin embargo, no contaba con muchos de los conocimientos mencionados como esenciales por el ex alumno. Al comparar la experiencia de ambos, el enfoque general de la enseñanza y el contenido principal no han cambiado mucho.

Los profesores del Liceo Politécnico Andes destacaron la realidad de los liceos técnicos, y las dificultades tanto de encontrar profesores de computación, como de enseñar a un alumnado donde aproximadamente el 60% proviene de sectores sociales vulnerables. Mencionan también la importancia de la preparación para el mundo laboral, de enseñar habilidades interpersonales, y del apoyo psicológico profesional que debe realizarse.

Respecto a los conocimientos que debieran aprender los alumnos, se mencionaron los siguientes:

Teóricos: Algoritmos, redes, fundamentos de la computación y la electrónica, factibilidad legal y técnica.

Técnicos: Ofimática, resolución de problemas, redes, varios lenguajes de programación como Java y C, desarrollo web.

Habilidades blandas: Comprensión de lectura, responsabilidad y ética laboral, proactividad, relaciones interpersonales, trabajo en equipo.

Las opiniones de los profesores universitarios fueron diversas, aunque no necesariamente contradictorias. Si bien unos dieron más relevancia a las herramientas técnicas, todos coincidieron en la importancia de una buena base teórica y aplicación práctica. Respecto a la relevancia del soporte técnico, había acuerdo en que no era relevante.

En particular destaca la experiencia de un profesor universitario que estudió en un liceo técnico, quien desde su experiencia menciona la importancia de que se enseñe ingeniería en el sentido de aprender a entender y resolver problemas, de salir sabiendo hacer y ejecutar, y de enseñar las cosas que los profesores conozcan bien y se sientan

cómodos enseñando. Otro profesor destacó la importancia de la enseñanza entre pares, aludiendo a que el profesor ya olvidó cómo aprender, mientras que los alumnos se entienden mejor entre sí.

Respecto a los conocimientos que debieran aprender los alumnos, se mencionaron los siguientes:

Teóricos: Modelo de capas, seguridad, transacciones, encriptación, bases de datos, pensamiento algorítmico, límites de la computación, orientación a objetos.

Técnicos: Un mínimo de diseño de interfaces, CRUD, varios lenguajes de programación como Python, Java, C y Scala, metodologías ágiles.

Habilidades blandas: Inglés, trabajo en equipo, presentar y comunicar ideas, estructurar ideas, escuchar e interpretar, empatía, disposición a aprender, aprender a buscar y aprender de forma continua, responsabilidad y ética laboral, proactividad.

La mayoría de los entrevistados coincidió en los últimos temas tratados. En general se percibe la necesidad de tener un conocimiento más general, en vez de aprender alguna herramienta o tecnología en profundidad. También se cree que se debe enseñar el conocimiento práctico primero y luego explicar la teoría que hay detrás. Y respecto a las habilidades de soporte técnico, existe una discrepancia implícita, al creerse poco útiles por los profesores universitarios y por el ex alumno, y explícita o implícitamente útiles por el actual alumno y los profesores del liceo técnico.

4.5 Análisis

El gobierno, la academia y la industria nacional e internacional coinciden en destacar la relevancia de las TICs actualmente, en el sostenido crecimiento de este sector, y en la creciente escasez de técnicos y profesionales del área. El perfil de profesional más requerido en el área es el de programador, y la proyección de la demanda es un continuo crecimiento.

En este contexto, la nueva especialidad de Programación calza muy bien con las demandas del mercado y proyecciones laborales. Sin embargo, el enfoque que se le está dando a esta especialidad, según los objetivos y programas de estudio, no apunta directamente a formar buenos programadores, sino soporte técnico con algunas habilidades de programación. Encima de esto, muchas de las habilidades de soporte técnico que se están enseñando están quedando obsoletas.

Las grandes empresas de tecnología internacionales tienen una visión de hacia dónde está yendo la industria y de cuáles son las necesidades del mercado laboral, por lo que adoptan herramientas y metodologías de trabajo acordes. Estas tendencias no son exclusivas de las grandes empresas, sino que muchas constituyen la forma de trabajo en el mundo del emprendimiento y se han ido adoptando de manera más paulatina por la industria tradicional. Estas herramientas y prácticas no coinciden con los objetivos de aprendizaje planteados para la especialidad de Programación, en particular las cuatro

habilidades priorizadas por las grandes compañías no se ven reflejadas en los objetivos de aprendizaje, ni en los programas de estudio.

La Universidad de California Berkeley tiene un modelo exitoso tanto en el contenido como en la forma de enseñanza de la Ingeniería de Software. Destaca el enfoque en herramientas basadas en la nube, el cambio de paradigma hacia servicios, y las metodologías ágiles de desarrollo de software, los que se ajustan a la realidad del desarrollo de software de la industria hoy en día. Muchas formas y contenido de este modelo podrían ser utilizados en la enseñanza de programación para la especialidad de EMTP, en particular el uso de SPOCs, las herramientas en la nube, la orientación a servicios y el uso de metodologías ágiles.

Los empleadores en Chile coinciden en la importancia actual y futura del perfil de programador, y manifiestan la carencia actual de conocimientos técnicos y de práctica. También se mencionan las habilidades blandas en un segundo plano.

Tanto los profesores como los alumnos del Liceo Politécnico Andes mencionaron que se da una separación natural entre los alumnos que prefieren temas de redes y aquellos que prefieren programación. Una aproximación a grandes rasgos hablaba del 75% enfocados en redes y el 25% restante en programación. Se menciona también la necesidad de hacer esta separación clara y aprovechar los años de enseñanza en los temas que realmente le van a ser de utilidad a los alumnos. Respecto al soporte técnico, hay acuerdo de los profesores universitarios como de los alumnos del liceo en que es poco relevante, por lo que al igual que las temáticas de redes, se sugiere eliminarlas del currículum de programación, y de considerarse necesario crear una nueva especialidad donde se profundice en el área.

Siguiendo las críticas del ex alumno, tanto los contenidos como las metodologías de enseñanza deben actualizarse para permitir el desarrollo de la creatividad, la proactividad y el autoaprendizaje. Una forma de enfrentar estos y otros temas es trabajar en base a proyectos colaborativos. Según la entrevista al alumno de último año, existe una asignatura, el segundo semestre de cuarto medio (doceavo año), donde se hace un proyecto colaborativo de desarrollo web. Este tipo de enfoques podría llevarse a cabo desde más temprano, para dar a los alumnos la oportunidad de aprender a trabajar en equipo y a resolver problemas.

Respecto a los conocimientos teóricos, hay un consenso de la necesidad de enseñar buenas bases en algoritmos, bases de datos y orientación a objetos.

En cuanto a los conocimientos técnicos, varios entrevistados mencionaron la necesidad de conocer más de un lenguaje de programación, donde Python y Java fueron los más mencionados, y la programación web el área más destacada. También se mencionó más de una vez las metodologías ágiles de desarrollo de software, como también las tradicionales que ya se están enseñando parcialmente.

Las habilidades blandas más mencionadas fueron el trabajo colaborativo, las relaciones interpersonales, la proactividad, y la comunicación. Si bien sólo se menciona una vez, destaca el enfoque en preparar a los alumnos para la vida moderna, enseñándoles a

buscar soluciones y aprender de forma continua. En la misma línea se puede agregar la idea de participar en las distintas comunidades alrededor del desarrollo de software, donde se entrega, recibe y crea conocimiento.

El programa de estudios del Liceo Politécnico Andes difiere del propuesto por el MINEDUC, en temas como el uso de primero y segundo medio (noveno y décimo años) para dictar cursos introductorios a la computación, y que hay pocas horas dedicadas a temas de soporte técnico y mantención de equipos. También hay otras áreas cuya relevancia actual podría valer la pena revisar, como seguridad informática, ofimática, fiscalía aplicada, etc.

5 Propuestas

En base a la investigación anterior, la computación en IVET en el mundo, la experiencia chilena, y las tendencias en la TI, se proponen contenidos, herramientas y metodologías de enseñanza que ayuden a formar, como el nombre de la especialidad lo dice, buenos programadores. Esto implica desarrollar tanto competencias técnicas de programación, como también habilidades para entender problemas no triviales, diseñar soluciones creativas, y trabajar en equipos multidisciplinarios.

Respecto a las herramientas y metodologías de enseñanza, los cursos y material de aprendizaje en línea han ido democratizando la educación en el mundo. También la nube ha facilitado el acceso a capacidades computacionales on demand y a herramientas computacionales, de tal manera que ya no se necesita un gran computador ni infraestructura para tener acceso al aprendizaje y uso de éstas. Si se hace buen uso de estas tecnologías, los alumnos de Programación de EMTP podrían tener acceso a una formación de calidad con relativa independencia de las posibilidades de sus liceos, en cuanto a infraestructura y docencia.

En cuanto a las capacidades que se están requiriendo por la industria del desarrollo de software, destaca el desarrollo de herramientas web, las que cada vez tienden más a la creación de APIs en el *back end*, y una fuerte componente de lenguajes como Javascript para el desarrollo de herramientas en el *front end*. El desarrollo con tests, como se mencionó en el capítulo anterior, es una prioridad, pues permite la incrementalidad del software y se evita errores. En cuanto a lenguajes de programación, según el ranking 2016 de la IEEE, los lenguajes C/C++, Java y Python son los más usados, cada uno con diferente importancia según si se trata de desarrollos web, móviles, aplicaciones de escritorio o desarrollo de controladores[63].

En este capítulo se se proponen objetivos de aprendizaje alternativos y complementarios para la especialidad de Programación en la EMTP, y se listan algunos elementos del contenido, herramientas y metodologías de enseñanza que podrían ser útiles para una buena enseñanza.

5.1 Objetivos de aprendizaje

Para lograr una formación que abarque las necesidades del mundo del trabajo actuales y del futuro próximo, se proponen los siguientes objetivos de aprendizaje:

1. Desarrollar habilidades técnicas de programación y tener experiencia en el uso de múltiples herramientas.
2. Desarrollar habilidades, poder manejar herramientas y utilizar metodologías para entender los problemas y necesidades del cliente.
3. Entender y manipular datos e información.

4. Desarrollar habilidades, poder manejar herramientas y utilizar metodologías para trabajar en equipo.
5. Entender problemas técnicos no triviales, analizarlos y diseñar soluciones.
6. Adaptarse a nuevos problemas, herramientas y contextos en general.

Para lograr los objetivos de aprendizaje anteriores, se proponen las siguientes medidas:

- (a) Para (1) se sugiere crear un track de programación a lo largo de los dos años de enseñanza, y ojalá de los cuatro, utilizando herramientas, metodologías y buenas prácticas de programación.
- (b) Para (3) se sugiere adquirir conocimiento específico en teoría y manejo de datos.
- (c) Para (2) y (4) se sugiere estar continuamente trabajando en proyectos colaborativos, exponiéndose a situaciones reales y aplicando metodologías de trabajo apropiadas.
- (d) Para (5) y (6) se sugiere una base teórica en ciencias de la computación.

5.2 Contenido

Lo primero que se sugiere agregar al currículum es una base teórica fuerte. Se sugiere que esta base teórica se entregue luego de aplicaciones prácticas, de tal manera que se explique dentro de un contexto donde tenga sentido y aplicabilidad, y que sea transversal a los ramos y proyectos. Este conocimiento teórico debiese incluir temas como algoritmos, estructuras de datos, bases de datos, teoría de lenguajes de programación, y otros.

Para la enseñanza de programación se pueden utilizar varios lenguajes. Por ejemplo, Python es considerado por muchos un buen lenguaje para iniciar, ya que presenta, entre otras, las siguientes características deseables en un lenguaje para aprender:

- Interpretado
- De alto nivel
- De propósito general
- Dinámico
- Fácilmente legible
- Multiparadigma
- Tipado dinámico
- Poco verboso

Cada vez más aplicaciones se están haciendo completamente en la web, o tienen una versión web. Se necesita contar con conocimientos de cómo funcionan, por lo que se sugiere enseñar el uso de algún *framework* con separación de capas, como Modelo Vista Controlador, donde se pueda enseñar cada capa de manera independiente. Sólo como ejemplo, Django es un *framework web* de Python. En este contexto, es necesario aplicar conocimiento de bases de datos y del lenguaje de programación del backend, y es necesario aprender de HTML, CSS y Javascript para el *front end*. Además existen múltiples *frameworks* que permiten el desarrollo de aplicaciones móviles usando las tecnologías del *front end*. Es deseable que Javascript se aprenda además con algún *framework* que permita sacarle provecho.

El desarrollo con tests es indispensable para cualquier proyecto no trivial. Existen metodologías como el *Test Driven Development* (TDD) y el *Behaviour Driven Development* (BDD), las cuales sirven para establecer criterios de validación antes de la implementación, lo que lleva a que el código se escriba inherentemente testado, y escrito en función de su comportamiento esperado. Entre otros beneficios, el TDD lleva a la creación de un software más robusto, con menos errores, y más fácilmente extensible, además de obtenerse una documentación implícita a través de los tests.

Otra práctica indispensable es el versionamiento de código, para lo cual las herramientas más populares son Git y Subversion (SVN). Se sugiere enseñar Git, ya que tiene un enfoque distribuido, y por su popularidad, ya que es más ampliamente usado y sigue en crecimiento. Se sugiere además enseñar algún modelo de branching como git flow, para aprender buenas prácticas de versionamiento en proyectos colaborativos.

5.3 Herramientas

Al utilizar herramientas en la nube, no se necesitan computadores ni servidores muy costosos, lo que reduce los costos de los colegios y empareja la cancha para los alumnos. Existen *Integrated Development Environments* (IDEs) en línea, los que permiten de la creación colaborativa de código en tiempo real, y además proveen una máquina virtual con línea de comandos, la que permite ejecutar el código y dejarlo en línea. Sólo como ejemplo, Cloud9 y Codeanywhere tienen planes económicos para fines educativos, y un plan base gratuito.

Existen prácticas para lograr ciclos cortos de entrega de software (*software delivery*) y de manera automática, llamadas Devops. Para esto se pueden usar herramientas online que cumplen las distintas etapas de esta entrega, como la ejecución de tests, integración continua y puesta en producción de la aplicación. Estas herramientas son integrables entre sí, y varias son gratuitas para software de código abierto. Sólo como ejemplo están Github y Bitbucket como repositorios de código remotos, Travis y Jenkins para integración continua (*continuous integration*), Coveralls y Codecov para ver la cobertura de tests (*test coverage*), y Heroku y Amazon Web Services (AWS) como proveedores de plataforma (PAAS) y de infraestructura (IAAS).

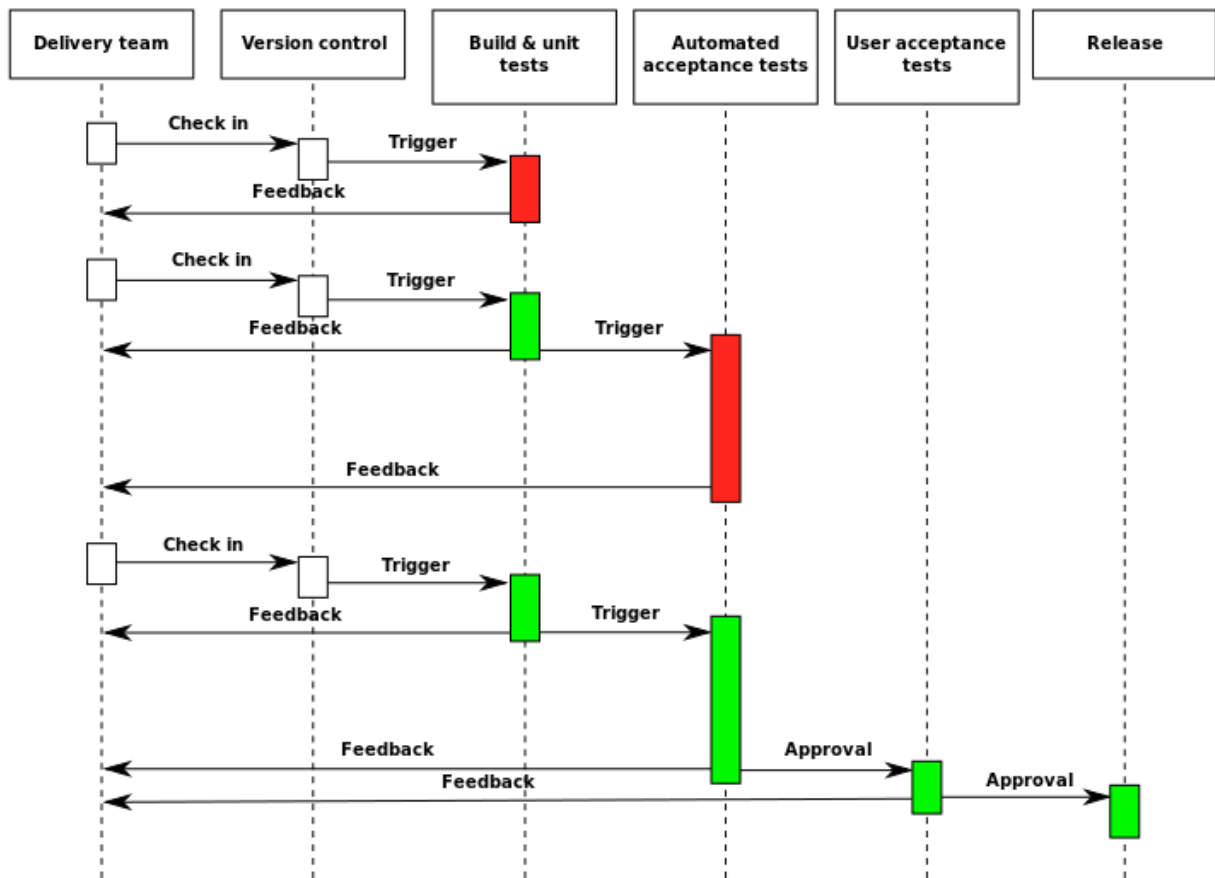


Diagrama que describe el proceso de entrega continua (*continuous delivery*). Tomado de [59].

5.4 Metodologías de enseñanza

Existen múltiples formas de complementar las clases en el aula con material en línea. Una forma popular son los cursos masivos abiertos en línea (MOOCs) y cursos privados pequeños en línea (SPOCs) [64]. Existen múltiples cursos gratuitos de prestigiosas universidades disponibles en línea, y existen las herramientas para crear cursos de este tipo, por lo que se podrían utilizar los ya existentes y crear cursos a nivel nacional y local para complementar el trabajo de los profesores en aula. Esto permite que cada alumno pueda aprender a su ritmo, pudiendo acceder a material online, revisar videos múltiples veces para repetir las partes más complicadas, tener foros de conversación a nivel local y nacional para aclarar sus dudas y potenciar la creatividad y colaboración con otros alumnos, etc. Este sistema también ayuda a aliviar la carga del profesor, pudiendo dedicarse a hacer tutorías más focalizadas y otras dinámicas.

Una forma de aprendizaje es a través de proyectos, la que permite hacer uso práctico de los conocimientos aprendidos. Otro enfoque es que el proyecto sea previo al aprendizaje y se vaya requiriendo el conocimiento en base a las necesidades del proyecto, así aprendiendo resolución de problemas y logrando un aprendizaje significativo de lo aplicado. Si además el proyecto es colaborativo o grupal, se puede lograr aprendizaje de trabajo en equipo y formas de colaboración. Estas experiencias se

pueden guiar con metodologías de trabajo para lograr aprendizaje en distintos ámbitos: en el técnico al enseñarse buenas prácticas en el área computacional, en el ámbito personal y grupal con metodologías de organización y coordinación como *Agile*, y en el ámbito de resolución de problemas al enseñarse metodologías de desarrollo de negocios y productos como *Lean*.

5.5 Propuesta de cambios en el programa de estudios

Considerando que se cuenta con 2 años de preparación, se propone que el primer año tenga una componente fuerte en temas de ciencias de la computación, y que el segundo se enfoque más en metodologías y habilidades para llevar a cabo proyectos en general. En caso de contar con los dos primeros años de enseñanza media (noveno y décimo año), se sugiere enseñar las bases de las ciencias de la computación y de programación en estos primeros años.

A lo largo de los dos años se debiese estar aprendiendo a programar de forma aplicada, adquiriendo conocimiento de herramientas, metodologías de programación, y habilidades blandas, a través de proyectos donde se trabaje en equipo.

Se proponen los siguientes cambios al Programa de Estudios para la especialidad de Programación en la EMTP:

- Para describir el nivel de conocimiento, habilidades y competencias esperados en cada materia, se utiliza el sistema de descriptores europeo que señala cuatro niveles (ver anexo 8.1).
- Se elimina el soporte a usuarios y tareas de mantención de equipos.
- Se practica programación de manera continua a lo largo de los dos o cuatro años, mediante el desarrollo de proyectos concretos.
- Se agrega base teórica en ciencias de la computación.
- Se adoptan buenas prácticas de desarrollo, como testeo, control de versiones y *Test/Behavior Driven Development*.
- Se le da énfasis a la programación web, aprendiéndose desde temprano.
- Se aprende análisis de datos básico, como manejo de planillas de cálculo: ordenar y filtrar, calcular estadísticas básicas, etc.
- Se aprende *Devops* y computación en la nube, su funcionamiento distribuido y el modelo de SaaS.
- Se adoptan principios *Lean* y metodologías ágiles de desarrollo de software.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se podría ver un programa que incorporara los cambios propuestos. Es bueno hacer notar que tal programa depende mucho del contexto y tradiciones educacionales, por lo que no se debe considerar lo

que sigue como modelo ideal, sino sólo como ilustración. Siguiendo con el caso del Liceo Politécnico Andes, se propone utilizar los horarios de libre disposición en primero y segundo medio (noveno y décimo año) para realizar cursos introductorios a la computación. Se debe tomar en consideración que el conocimiento es acumulativo, y que se puede y debe integrar entre las distintas asignaturas, en particular en proyectos colaborativos. También se debe considerar que muchos de los cambios propuestos tienen que ver con metodologías y herramientas, por lo que pueden no verse reflejados en la propuesta. Cada una de las asignaturas propuestas va a requerir distintos niveles de profundidad y por lo tanto distinta dedicación horaria, sin embargo al existir temáticas transversales y complementariedad entre los conocimientos adquiridos, podrían asignarse la misma cantidad de horas a cada asignatura. Los niveles indicados en la tabla refieren a los conocimientos, habilidades y competencias esperados en cada materia, de acuerdo al sistema de descriptores europeo (ver anexo 8.1).

Primero medio:

01. Taller de programación

- a. Pensamiento computacional, nivel 3
- b. Programación con bloques, nivel 3
- c. Programación orientada a objetos, nivel 2

02. Introducción a la Computación

- a. Fundamentos y funcionamiento de un computador, nivel 1
- b. Fundamentos y funcionamiento de Internet, nivel 2

Segundo medio:

03. Taller de programación

- a. Algoritmos y estructuras de datos, nivel 3
- b. Programación orientada a objetos, nivel 3

04. Introducción a la Computación

- a. Teoría y manejo de datos, nivel 2
- b. Lenguajes de programación, nivel 2

Primer semestre de tercero medio:

05. Programación web

- a. Modelo vista controlador, nivel 3
- b. HTML y CSS, nivel 2
- c. Programación en el back end, nivel 3

06. Datos y la Web

- a. Bases de datos, nivel 2
- b. Datos, información y conocimiento, nivel 2

Segundo semestre de tercero medio:

01. Programación web

- a. Intro a Javascript, nivel 2
- b. Frameworks de javascript, nivel 3

02. Seguridad informática

Primer semestre de cuarto medio:

03. Programación en la nube

- a. Arquitectura en la nube, nivel 2
- b. Programación para software as a service, nivel 2

04. Ingeniería de software (lean)

- a. Procesos de desarrollo de software, nivel 2
- b. Metodologías ágiles de desarrollo de software, nivel 3

Segundo semestre de cuarto medio

05. Programación en la nube

- a. Programación para software as a service, nivel 3
- b. DevOps, nivel 2

06. Ingeniería de datos (Limpieza, exploración, extracción, transformación/mapeo), nivel 4

07. Mundo del trabajo, nivel 3

5.6 Formación de profesores


La formación de profesores para la especialidad de Programación en la EMTP es un tema aún no resuelto y que presenta varias dificultades para su implementación.

Una primera dificultad es que la especialidad de computación no es aún parte establecida en los centros tradicionales de formación docente en ciencias. Si bien hay al menos seis universidades donde se dicta la carrera de "Pedagogía en Matemática y Computación", la que habilita para ser profesor en EMTP, las mallas curriculares muestran escaso enfoque en ciencias de la computación y programación, y más bien adoptan el enfoque de la computación como herramienta.

Como ejemplo, mostramos dos mallas curriculares. En la Universidad de Santiago de Chile (USACH), siete de las cuarenta y siete asignaturas tienen alguna relación con computación, y de éstas sólo una se puede asociar con ciencias de la computación. En la Universidad de Concepción, cuatro de las cincuenta asignaturas tienen relación con computación, y de éstas, tres son de uso de software para las matemáticas.

1° Año		2° Año		3° Año		4° Año		5° año	
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10
Introducción a la Pedagogía en Matemática y Computación	Sociología y Antropología de la Educación	Psicología del Aprendizaje Matemático	Desarrollo Curricular Matemático	Didáctica del Álgebra y del Cálculo	Fundamentos de la Matemática I	Didáctica de la Geometría y la Estadística	Metodología de la Investigación en Educación Matemática	Gestión Escolar y Aprendizaje Matemático	Electivo
Álgebra I	Álgebra II	Álgebra III	Calculo III	Estadística	Geometría II	Fundamentos de la Matemática II	Aplicaciones Didácticas de la Computación	Seminario de Título I	Seminario de Título II
Matemática Básica	Cálculo I	Cálculo II	Probabilidades Estadísticas	Geometría I	Medición y Evaluación en Educación Matemática	Historia y Epistemología de la Matemática	Psicometría	Práctica IV	
Computación I	Computación II	Sistemas Operativos y Redes	Modelamiento de la Información y Desarrollo de Software	Fundamentos de la Educación Matemática	Computación Educativa	Fundamentos de la Computación	Taller II de Herramientas Didácticas de la Matemática		
Inglés I	Inglés II	Inglés III	Práctica I	Inglés IV	Práctica II	Taller I de Herramientas Didácticas de la Matemática	Práctica III		
			Taller de Inglés I		Taller de Inglés II				

Malla curricular para la carrera de Pedagogía en Matemática y Computación de la Universidad de Santiago de Chile (USACH) [67].

Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10
EDUCACIÓN, SOCIEDAD Y DESARROLLO HUMANO	LA PROFESIÓN DOCENTE	INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN SOCIAL EN EDUCACIÓN	PSICOLOGÍA EDUCATIVA	TEORÍAS Y DISEÑOS CURRICULARES	EVALUACIÓN PARA EL APRENDIZAJE	FUNDAMENTOS Y PRINCIPIOS DIDÁCTICOS DE LA ESPECIALIDAD	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN EDUCACIONAL	PRÁCTICA PROFESIONAL EN ORIENTACIÓN Y JEFATURA DE CURSO	PRÁCTICA PROFESIONAL EN LA ESPECIALIDAD
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN EL AULA	ALFABETIZACIÓN ACADÉMICA EN PEDAGOGÍA	ELECTIVO I	ELECTIVO III	ANÁLISIS ORGANIZACIONAL Y LIDERAZGO EDUCATIVO	ELECTIVO	ORIENTACIÓN EDUCACIONAL	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DIDÁCTICA EN LA ESPECIALIDAD		
ÁLGEBRA Y TRIGONOMETRÍA	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	ELECTIVO II	COMPLEMENTARIO I	PRÁCTICA INICIAL: GESTIÓN DE LOS PROCESOS CURRICULARES Y EVALUATIVOS	PRÁCTICA INTERMEDIA I: ORIENTACIÓN PARA LA FORMACIÓN INTEGRAL	PRÁCTICA INTERMEDIA II: DIDÁCTICA DE LA ESPECIALIDAD	PRÁCTICA AVANZADA: DISEÑOS DIDÁCTICOS DE LA ESPECIALIDAD	TRABAJO DE TITULACIÓN	
GEOMETRÍA I	ÁLGEBRA LINEAL	CÁLCULO EN VARIAS VARIABLES	GEOMETRÍA II	EDUCACIÓN MATEMÁTICA I	INFERENCIA ESTADÍSTICA	EDUCACIÓN MATEMÁTICA II	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS II		
INTRODUCCIÓN AL RAZONAMIENTO MATEMÁTICO	SOFTWARE MATEMÁTICO	MATEMÁTICA DISCRETA	ESTRUCTURAS ALGEBRAICAS	PROBABILIDADES	ELECTIVO MATEMÁTICO I	ELECTIVO MATEMÁTICO II	SEMINARIO HISTORIA DE LA MATEMÁTICA		
		ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS NUMÉRICOS	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA PARA LA ENSEÑANZA MEDIA	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA Y LAS FUNCIONES	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA Y LAS PROBABILIDADES	TICS EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA		
			MULTIMEDIOS E HIPERMEDIOS EN ED. MATEMÁTICA						

Malla curricular para la carrera de Pedagogía en Matemática y Computación de la Universidad de Concepción [68].

Un segundo problema es que existe una gran diversidad de metodologías y enfoques para enseñar programación. Algunos enfoques proponen partir desde la teoría, otros desde la práctica. Algunas metodologías proponen el modelo alumno profesor, otras la enseñanza entre pares, y otras un modelo maestro-aprendiz. Esto hace muy complejo el estandarizar un modelo de enseñanza.

Sólo como ejemplo, y dada la aparente novedad de éste, el modelo maestro-aprendiz ha sido adoptado por comunidades de desarrollo de software bajo el nombre de *Software Craftmanship*. Este modelo plantea que la construcción de software no es una tarea mecánica, ya que tanto los escenarios como las prácticas para abordarlos son muchos y muy diversos, y que una buena forma de enseñar es mediante un modelo de mentoría [4].

Un tercer problema es que la formación de docentes en esta área tiene las complejidades de la formación en disciplinas que combinan el pensar con el hacer. Esto significa que para enseñar de forma íntegra se debe también entregar conocimientos prácticos, por lo que el profesor debe tener este tipo de experiencia. Si bien no es necesario que todos los profesores tengan experiencia técnica, es deseable que algunos hayan trabajado como desarrolladores de software, y más aún, sigan trabajando parcialmente o se mantengan en contacto con comunidades de desarrollo de software. Esto permite, primero que todo, mantenerse al día con las tecnologías, metodologías y herramientas en el contexto del cambio rápido y constante que ocurre en el desarrollo de software. Y segundo, le permite enseñar en base a experiencias de vida reales, las que van mucho más allá de la programación. Estas experiencias incluyen desenvolverse en equipos multidisciplinarios en sus diferentes esquemas de organización y formas de trabajo, llevar adelante proyectos complejos, trabajar con clientes, y construir software utilizado por usuarios reales en situaciones concretas.

6 Conclusiones y trabajo futuro

La tesis cumplió los objetivos propuestos.

Se hizo un levantamiento del estado del arte nacional e internacional de la enseñanza de la disciplina de computación en la educación, particularmente la IVET, descrito en la sección 2, donde se tratan en particular los casos de Europa, EE.UU. y algunos países de América Latina. Respecto de Chile, se estudió particularmente la EMTP, detallado en la sección 3. En las secciones 3.2.1 y 4.4 se detalla la investigación del caso emblemático de un liceo técnico que dictó esta especialidad de manera ininterrumpida desde principio de la década del '90.

Se delineó un marco teórico que argumenta la computación en la EMTP como disciplina científica y no sólo como herramienta técnica, argumentando la necesidad de la enseñanza de ciencias de la computación, apoyado en datos internacionales en la sección 2, y en entrevistas a profesores y alumnos en la sección 4.4.

Se desarrolló de un esquema general de plan y programa para formación de profesores de EMTP en el área, al entregarse propuestas de metodologías de enseñanza, además de herramientas y contenidos que debiesen impartir, descritos en la sección 5.

Se desarrolló de un esquema general de plan y programa para formación de estudiantes de EMTP en el área, desarrollando objetivos de aprendizaje alternativos, y sugiriendo herramientas y contenidos descritos en la sección 5. Se presenta una tabla de comparación entre la malla curricular propuesta y la original presentada por el MINEDUC.

Programa Actual Mineduc

Sin cursos en primero medio

Sin cursos en segundo medio

Tercero medio:

1. Programación y bases de datos ✓
 - a. Construye algoritmos y diagramas de flujo ✓
 - b. Desarrolla programas simples empleando programación estructurada y/o modular ✓
 - c. Desarrolla programas de mediana complejidad, utilizando orientación a objetos que involucre estructuras y bases de datos ✓
2. Instalación y configuración de equipos informáticos ✗
 - a. Instala componentes internos de hardware ✗

Propuesta

Primero medio:

01. Taller de programación
 - a. Pensamiento computacional, nivel 3
 - b. Programación con bloques, nivel 3
 - c. Programación orientada a objetos, nivel 2
02. Introducción a la Computación
 - a. Fundamentos y funcionamiento de un computador, nivel 1
 - b. Fundamentos y funcionamiento de Internet, nivel 2

Segundo medio:

03. Taller de programación
 - a. Algoritmos y estructuras de datos, nivel 3
 - b. Programación orientada a objetos, nivel 3
04. Introducción a la Computación
 - a. Teoría y manejo de datos, nivel 2
 - b. Lenguajes de programación, nivel 2

Primer semestre de tercero medio:

01. Programación web
 - a. Modelo vista controlador, nivel 3
 - b. HTML y CSS, nivel 2
 - c. Programación en el back end, nivel 3
02. Datos y la Web
 - a. Bases de datos, nivel 2
 - b. Datos, información y conocimiento, nivel 2

- b. Realiza mantención de una estación monousuario para potenciar su rendimiento X
- c. Potencia el rendimiento de un modelo de red X
- 3. Soporte a usuarios y productividad X
 - a. Instala aplicaciones para optimizar tareas en el puesto de trabajo X
 - b. Realiza mantenimiento preventivo de software a un equipo personal de computación X
 - c. Otorga asistencia técnica para corregir y resolver problemas de operación de sistemas X
 - d. Realiza instalación y configuración de aplicaciones de soporte centralizado X
 - e. Otorga soporte técnico local para resolver problemas de operación del equipo X
- 4. Sistemas operativos X
 - a. Instala sistemas operativos en computadores personales a nivel local X
 - b. Instala sistemas operativos con servidores de red para multiusuarios X

Cuarto medio:

- 5. Diseño de bases de datos relacionales ✓
 - a. Instala sistemas de manejo de datos y entornos de diagramación gráfica X
 - b. Construye tablas de datos X
 - c. Construye modelos de datos ✓
 - d. Implementa modelos de representación gráfica en una base de datos ✓
- 6. Programación orientada a objetos ✓
 - a. Construye unidades de prueba ✓
 - b. Detecta y corrige errores de codificación, analizando el comportamiento del código de programación X
 - c. Construye aplicaciones con clases predefinidas ✓
 - d. Utiliza componentes reutilizables en un lenguaje de uso estándar ✓
- 7. Administración de bases de datos X

Segundo semestre de tercero medio:

- 01. Programación web
 - a. Intro a Javascript, nivel 2
 - b. Frameworks de javascript, nivel 3
- 02. Seguridad informática

Primer semestre de cuarto medio:

- 01. Programación en la nube
 - a. Arquitectura en la nube, nivel 2
 - b. Programación para software as a service, nivel 2
- 02. Ingeniería de software (lean)
 - a. Procesos de desarrollo de software, nivel 2
 - b. Metodologías ágiles de desarrollo de software, nivel 3

Segundo semestre de cuarto medio:

- 03. Programación en la nube
 - a. Programación para software as a service, nivel 3
 - b. DevOps, nivel 2
- 04. Ingeniería de datos (Limpieza, exploración, extracción, transformación/mapeo), nivel 4
- 05. Mundo del trabajo, nivel 3

- a. Desarrollar unidades de programación complejas sobre una base de datos ✗
- b. Programa aplicaciones para administrar una base de datos, realizando operaciones complejas que permitan su mantenimiento y actualización ✗
- 8. Desarrollo de aplicaciones web ✓
 - a. Diseña aplicaciones web, en lenguajes estándar ✓
 - b. Desarrolla elementos dinámicos web ✓
 - c. Evalúa el funcionamiento de una aplicación web según los requerimientos del negocio ✓
- 9. Emprendimiento y empleabilidad ✓ ✗
 - a. Diseña y ejecuta un proyecto para concretar iniciativas de emprendimiento ✓ ✗
 - b. Maneja la legislación laboral y previsional chilena ✓ ✗
 - c. Prepara los elementos necesarios para participar de un proceso de incorporación al mundo del trabajo ✓ ✗
 - d. Selecciona alternativas de capacitación y de educación superior para fortalecer sus competencias o desarrollar nuevas y adquirir certificaciones ✓ ✗

Del análisis de esta investigación se concluye que es muy relevante reformar los programas de educación para lograr formar buenos programadores, y darles una base para que puedan seguir desarrollándose.

Además, como resultado de la investigación se destacan los siguientes puntos.

1. Hay un gran déficit de personas con habilidades computacionales en Chile y en el mundo. Donde se ve y se proyecta un mayor déficit es en el área de Programación.
2. Las habilidades técnicas que se están requiriendo en el área de programación son relativamente nuevas, y no están en los programas educativos para la especialidad de Programación en la EMTP. Por otro lado, varias de las herramientas que se están enseñando están obsoletas o van a estarlo en el corto plazo.
3. El pensamiento computacional, las bases teóricas de la computación y la programación, son conocimientos y herramientas que se están enseñando en el colegio en muchas partes del mundo, y que eventualmente se van a enseñar en

Chile. Por lo tanto estos son conocimientos y herramientas que los alumnos de EMTP deben tener como mínimo para seguir siendo competitivos, y en particular entender los fundamentos de las ciencias de la computación para poder seguir aprendiendo.

4. Los lenguajes de programación van aumentando su complejidad y nivel de abstracción. Se pasó de programación estructurada a orientación a objetos, y ahora se usa cada vez más la programación funcional. Para poder programar en estos lenguajes se requiere de conocimientos de ciencias de la computación más avanzados que los que se proponen en el Programa de Estudios para la especialidad de Programación en la EMTP.
5. La educación técnica en el mundo está yendo hacia la enseñanza de conocimientos que permitan la adaptación a nuevos contextos y desafíos, alejándose de enseñar herramientas que encasillen en puestos particulares de trabajo. No basta con aprender a usar herramientas, se necesita entender las áreas del conocimiento de manera más profunda, y adquirir habilidades blandas para formar a personas flexibles ante los cambios.
6. Los avances en la tecnología, en particular el enfoque en servicios y la automatización de tareas, están haciendo que muchas tareas relegadas a los técnicos dejen de ser necesarias. Por esto se necesita entregar bases teóricas y capacidades que permitan el desarrollo y aprendizaje continuos.
7. Los avances en usabilidad e interfaces de usuario, junto al recambio de la fuerza laboral por nativos digitales, han hecho que el soporte a usuarios disminuya y cambie su forma en muchos casos a auto ayuda. En este contexto, enseñar soporte a usuarios no es prioritario.
8. Dos años es muy poco tiempo para aprender una carrera técnica. Es una buena base para estudios superiores, o para comenzar a trabajar en algún lugar donde se pueda aprender conocimientos más específicos. Hay que aprovechar esos dos años para entregar una buena base, que permita continuar aprendiendo, y evitar usar tiempo en temas que no se relacionen directamente con la programación, como profundizar en redes, mantención de equipos y soporte a usuarios.
9. Se necesita formar a buenos profesores de programación y ciencias de la computación, en particular para la EMTP, pero también para la educación general, donde esta asignatura pronto va a ser obligatoria. También hay que buscar formas de atraer a profesionales con experiencia en programación, para que ayuden en la confección de programas y en la misma formación de alumnos de EMTP.

Esta tesis analiza el estado de la EMTP en la especialidad de programación. De ella se desprenden los siguientes desafíos futuros.

1. El de más alta relevancia es sin duda abordar la formación de profesores para la especialidad de Programación de la EMTP en Chile, teniendo en cuenta:
 - Entender quiénes son los que actualmente cumplen esta función
 - Entender dónde y cómo se están formando o se van a formar
 - Definir cuáles son los programas de estudios adecuados para la formación de profesores
 - Buscar formas de hacer atractivo que personas con experiencia hagan clases en liceos técnicos

Según la entrevista con William Martínez (ver anexo 8.3), se sabe que varios profesores del Liceo Politécnico Andes se formaron como Profesores de Estado de Matemática y Computación o como Ingenieros en Informática en la Universidad de Santiago de Chile.

2. Hacer experimentación con distintas formas de enseñanza, para determinar cuáles son las que obtienen mejores resultados para el perfil de alumnos y profesores de la EMTP en Chile.
3. Continuar la validación de cuáles son los contenidos y herramientas que van a ser más necesarias en el futuro próximo, y evaluar maneras de que los programas se mantengan actualizados.
4. Evaluar el resultado de la implementación de los programas de estudio, una vez que se hayan implementado de forma más amplia, y cuando se titulen las primeras generaciones y hagan sus prácticas profesionales a fines del 2017.
5. Investigar más a profundidad el estado de los liceos técnicos que están implementando la especialidad de Programación, para entender las condiciones reales de infraestructura, profesorado y alumnado, y construir propuestas a partir de ello.
6. Ampliar el repositorio de experiencias internacionales en la enseñanza de programación, en particular en IVET, y con énfasis en países con condiciones educacionales, económicas o culturales similares a las de Chile. Entre otros, obtener y revisar otros programas de estudio para la creación de nuevas propuestas.

7 Tabla de acrónimos

Se listan los acrónimos utilizados en este documento, en orden de alfabético:

ACM	Association for Computing Machinery
ACTI	Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de la Información
AWS	Amazon Web Services
BDD	Behaviour Driven Development
CEDEFOP	Centro Europeo para el Desarrollo de Educación Vocacional
CC	Ciencias de la Computación
CS	Computer Science
CSE	Computer Science Education
CTE	Career and Technical Education
DC	Doctoral Consortium
EMCH	Educación Media Científico Humanista
EMTP	Educación Media Técnico Profesional
EQF	European Qualifications Framework
IAAS	Infrastructure as a Service
ICER	International Computing Education Conference
ICT	Information and Communication Technology
IDE	Integrated Development Environments
ISCED	International Standard Classification of Education
ISSEP	International Conference on Informatics in Schools
ITiCSE	Innovation and Technology in Computer Science Education
IVET	Initial Vocational Education and Training
MEC	Marco Europeo de Cualificaciones
MINEDUC	Ministerio de Educación de Chile
MOOC	Massive Open Online Course
ORM	Object Relational Mapping
PAAS	Platform as a Service

PNUD	Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo
SaaS	Software as a Service
SIGCSE	Special Interest Group in Computer Science Education de la ACM
SPOC	Small Private Online Course
TI	Tecnologías de la Información
TDD	Test Driven Development
TVET	Technical Vocational Education and Training
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WG ISE	Working Group on Informatics in Secondary Education
WiPSCE	Workshop in Primary and Secondary Computing Education

8 Bibliografía

1. CEDEFOP. "Initial vocational education and training (IVET) in Europe: Review". Unión Europea, 2008. Obtenido en junio de 2015 desde: http://www.cedefop.europa.eu/files/IVET_Review_08.pdf
2. Decreto supremo N° 452, de 2013, del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile. Establece bases curriculares para la educación media formación diferenciada técnico-profesional. Obtenido en junio de 2015 desde: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1056485>
3. Decreto supremo N° 460, de 2015, del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile. Modifica el decreto N 452, de 2013, que establece las bases curriculares para la educación media formación diferenciada técnico-profesional. Obtenido en junio de 2015 desde: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1073922>
4. Pete McBreen. *Software Craftsmanship: The New Imperative*. Addison-Wesley, EE.UU., 2002.
5. Thomas Bailey, Peter Berg. "The Vocational Education and Training System in the United States". Capítulo 11 en [19].
6. Gerhard Bosch, Jean Charest. "Introduction" en [19].
7. Werner Eichhorst et. al. "A Roadmap to Vocational Education and Training Systems Around the World". *IZA Discussion Paper 7110*, Alemania, 2012. Obtenido en marzo de 2017 desde: <http://repec.iza.org/dp7110.pdf>
8. Rupert Maclean, David N. Wilson. "Introduction" en [20].
9. Richard L Lynch. "New Directions for High-School Career and Technical Education in the United States". Capítulo XIII.3 en [20].
10. Simone Opel, Torsten Brinda. "'Computer Science in Context' and 'Learning Fields' in Vocational Computer Science Education – Two Unlike Siblings?". Pags. 54-65 en [22].
11. Markus Brunner, Monika Di Angelo. "Competence Orientation in Vocational Schools – The Case of Industrial Information Technology in Austria". Pags. 88-99 en [22].
12. Maria Knobelsdorf, Josh Tenenber. "The Context-Based Approach IniK in Light of Situated and Constructive Learning Theories". Pags. 103-114 en [21].
13. Johannes Magenheimer et. al. "Competence Measurement and Informatics Standards in Secondary Education". Pags. 159-170 en [21].

14. Ministerio Federal Austriaco de Educación y Asuntos de la Mujer. "Kompetenzmodell und Beispiele der AG Angewandte Informatik BHS". Obtenido en junio de 2015 desde: http://bildungsstandards.qibb.at/show_km_v2?achse_senkrecht_id=103&achse_waagrecht_id=104
15. María Sevilla. "Educación Técnica Profesional en Chile: Antecedentes y claves de diagnóstico". Mineduc, Chile, 2011. Obtenido en junio de 2015 desde: <http://www.mineduc.cl/usuarios/mineduc/doc/201204241130130.DiagnOsticoEducaciOnTPCCentrodeEstudiosMINEDUC.pdf>
16. Decreto supremo N° 220, de 1998, del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile. "Establece objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios para enseñanza media y fija normas generales para su aplicación". Obtenido en junio de 2015 desde: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=120871>
17. Mohan Perera. "Vocational Education: the come-back?". *Education Today* N° 13, April-June 2005. UNESCO.
18. Martín Pino Batory. *Nuestra cultura tecnológica: desde sus orígenes hasta fines del siglo XIX*. Edit. USACH, Chile, 2003.
19. Gerhard Bosch, Jean Charest. *Vocational Training: International Perspectives*. Routledge, USA and UK, 2010.
20. UNESCO. *International Handbook of Education for the Changing World of Work*. Springer Science+Business Media B.V., Alemania, 2009.
21. Ira Diethelm, Roland T. Mittermeir. *Informatics in Schools: Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages: 6th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemania, 2013.
22. Yasemin Gülbahar, Erinc Karataş. *Informatics in Schools Teaching and Learning Perspectives. 7th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer International Publishing, Suiza, 2014.
23. Françoise Tort, Béatrice Drot-Delange. "Informatics in the French Secondary Curricula: Recent Moves and Perspectives". Pags. 31-42 en [21].
24. Jeannette M. Wing. "Computational Thinking". *Communications of the ACM*, Vol. 49 N° 3, Marzo, 2006.
25. Peter Hubwieser. "Computer Science Education in Secondary Schools – The Introduction of a New Compulsory Subject". *ACM Trans. Comput. Educ.* 12, 4, Article 16, Noviembre, 2012.

26. Peter Hubwieser. "The Darmstadt Model: A First Step towards a Research Framework for Computer Science Education in Schools". Pags. 1-14 en [21].
27. UNESCO. "International Standard Classification of Education: ISCED 2011. UNESCO Institute for Statistics". Montreal, Canadá, 2012. Obtenido en julio de 2015 desde: <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/isced-2011-en.pdf>
28. CEDEFOP. "On the way to 2020: data for vocational education and training policies". Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2015. Obtenido en marzo de 2017 desde: http://www.cedefop.europa.eu/files/5531_en.pdf
29. Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education. "Informatics Education: Europe cannot afford to miss the boat". Unión Europea, 2013. Obtenido en agosto de 2015 desde: <http://europe.acm.org/iereport/ACMandIereport.pdf>
30. Naace, ITTE, and the Computing at School Working Group. "ICT and Computer Science in UK schools". Gran Bretaña, 2012. Obtenido en agosto de 2015 desde: <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/ICT%20and%20CS%20joint%20statement.pdf>
31. Program.ar. Argentina. Obtenido en julio de 2015 desde: <http://programar.gov.ar>
32. Maria Paola Sevilla et. al. "Articulación de la educación técnico profesional: Una contribución para su comprensión y consideración desde la política pública". *Calidad en la educación* N° 41 Santiago, Chile, diciembre 2014. Obtenido en noviembre de 2015 desde: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-45652014000200004&lng=es&nrm=iso
33. Osvaldo Larrañaga et. al. "Estudio de la Educación Técnico Profesional". PNUD, Santiago, Chile, 2013. Obtenido en marzo de 2017 desde: http://www.redetis.iipe.unesco.org/wp-content/uploads/2013/09/Estudio_EMTP_PNUD-Chile1.pdf
34. Armando Fox et. al. "Engineering Software as a Service: An Agile Approach Using Cloud Computing". Strawberry Canyon LLC., EE.UU., 2016. Obtenido en mayo de 2016 desde: <http://www.saasbook.info>
35. Nicholas Carr. "IT doesn't matter", *Harvard Business Review*, publicación de mayo de 2003. Obtenido en marzo de 2017 desde: <https://hbr.org/2003/05/it-doesnt-matter>
36. Comisión Europea. "Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF)". Obtenido en junio de 2016 desde: <https://ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page>

37. Ministerio de Educación de Chile. "Especialidad Programación - Programa de Estudio - Formación Diferenciada Técnico-Profesional - 3° y 4° año de Educación Media". Santiago, Chile, 2015. Obtenido en junio de 2016 desde: http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-34336_programa.pdf
38. Departamento de educación de EE.UU. "Organization of US Education". EE.UU., 2008. Obtenido en agosto de 2016 desde: <http://www2.ed.gov/about/offices/list/ous/international/usnei/us/edlite-org-us.html>
39. White House. "Computer Science for All". EE.UU., 2016. Obtenido en agosto de 2016 desde: <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>
40. Association for Career & Technical Education. "State Profiles". EE.UU., 2016. Obtenido en agosto de 2016 desde: <https://www.acteonline.org/stateprofiles>
41. Escuelas públicas de Chicago. "Matriz de especialidades de Chicago". Chicago, Illinois, EE.UU., 2016. Obtenido en agosto de 2016 desde: <https://chooseyourfuture.cps.edu/wp-content/uploads/2014/08/Programs-and-Schools-Matrix-2015-2016.pdf>
42. Spring Hill School District, Kansas, EE.UU.. "Career fields and clusters model 2016-2017". Kansas, EE.UU., 2016. Obtenido en Octubre de 2016 desde: http://www.usd230.org/shhs/academics/career_and_technical_information/cte_programs
43. Departamento de Educación del gobierno del Reino Unido. "Michael Gove speaks about computing and education technology". Reino Unido, Enero 2014. Obtenido en agosto de 2016 desde: <https://www.gov.uk/government/speeches/michael-gove-speaks-about-computing-and-education-technology>
44. Departamento de Educación del Gobierno del Reino Unido. "National curriculum in England: computing programmes of study". Reino Unido, Septiembre 2013. Obtenido en agosto de 2016 desde: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
45. Departamento de Educación del Gobierno del Reino Unido. "'Harmful' ICT curriculum set to be dropped to make way for rigorous computer science". Reino Unido, enero 2012. Obtenido en agosto de 2016 desde: <https://www.gov.uk/government/news/harmful-ict-curriculum-set-to-be-dropped-to-make-way-for-rigorous-computer-science>
46. Ministerio de educación de Argentina. "Resolución 263/2015". Argentina, 2015. Obtenido en agosto de 2016 desde: <http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res15/263-15.pdf>

47. Special Interest Group on Computer Science Education. "Profile of SIGCSE". Obtenido en agosto de 2016 desde: <http://sigcse.org/sigcse/about/profile>
48. Peter Hubwieser et. al. "Computer Science/Informatics in Secondary Education". *ITiCSE-WGR '11 Proceedings of the 16th annual conference reports on Innovation and technology in computer science education*, pags. 19-38, ACM. New York, New York, EE.UU., 2011.
49. Euractiv. Infographic: "Coding at school — How do EU countries compare?". Bruselas, 2015. Obtenido en octubre de 2016 desde: <https://www.euractiv.com/section/digital/infographic/infographic-coding-at-school-how-do-eu-countries-compare/>
50. Code.org. "Computer science will reach every school in Argentina". EE.UU., 2015. Obtenido en octubre de 2016 desde: <http://blog.code.org/post/127796657493/computer-science-will-reach-every-school-in>
51. Nancy Hitschfeld et. al. "Pensamiento computacional en colegios". *Bits de Ciencia* N° 12. Santiago, 2015. Obtenido en octubre de 2016 desde: <https://www.dcc.uchile.cl/Bitsdeciencia12.pdf>
52. European Schoolnet. "Computing our future". Bruselas, 2015. Obtenido en octubre de 2016 desde: http://www.dzs.cz/file/3394/computing-our-future_final-pdf/
53. European Commission. "European Commission launches Grand Coalition for Digital Jobs". European Commission Press Release, Bruselas, 2013. Obtenido en octubre de 2016 desde: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-182_en.htm
54. Editor Revista Docencia. "Un primer acercamiento a la relegada Enseñanza Media Técnico Profesional". *Revista Docencia* N° 32. Chile, 2007. Obtenido en marzo de 2017 desde: <http://www.revistadocencia.cl/new/wp-content/pdf/20100731212846.pdf>
55. WiPSCE 2016. "The 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education". Münster, Alemania, octubre 2016. Obtenido en diciembre de 2016 desde: <http://www.wipsce.org/2016/index.php>
56. Ministerio de Educación de Chile. "Institucionalidad de la Educación Técnico Profesional". Chile, 2013. Obtenido en marzo de 2017 desde: <http://www.revistadocencia.cl/new/wp-content/pdf/20100731212846.pdf>
57. María Sevilla et. al. "El sentido de la Educación Media Técnico Profesional en la actualidad". Chile, 2015.

58. ISSEP 2016. *The 9th International Conference on Informatics in Schools*. Münster, Alemania, octubre 2016. Obtenido en diciembre de 2016 desde: <http://issep2016.ens-cachan.fr/>
59. Jez Humble. "Continuous Delivery". 2010. Obtenido en noviembre de 2016 desde: <https://continuousdelivery.com/2010/02/continuous-delivery/>
60. Claudio Gutierrez, Juan Álvarez. "History of Computing in Chile, 1961-1982: Early Years, Consolidation, and Expansion". *IEEE Annals of the History of Computing*, Vol. 34, N° 3. Chile, 2012.
61. Gobierno de Chile. "Agenda Digital 2020", pag. 44. Chile, 2015. Obtenido en octubre de 2016 desde: <http://www.agendadigital.gob.cl/files/Agenda%20Digital%20Gobierno%20de%20Chile%20-%20Noviembre%202015.pdf>
62. Consultores de marketing Guiñez. "Escuela de Tecnología de la información y Telecomunicaciones (TIC): expectativas profesional del futuro". Chile, 2012. Obtenido en octubre de 2016 desde: http://www.acti.cl/files/aiep-estudio_tic_jun-2012.pdf
63. IEEE. "The Top Programming Languages 2016". Obtenido en noviembre de 2016 desde: <http://spectrum.ieee.org/static/interactive-the-top-programming-languages-2016>
64. Armando Fox. "From MOOCs to SPOCs". *Communications of the ACM*, Vol. 56, N° 12, Pag. 38-40. Obtenido en noviembre de 2016 desde: <http://cacm.acm.org/magazines/2013/12/169931-from-moocs-to-spocs>
65. Jason Hiner. "The future of IT will be reduced to three kinds of jobs". *Tech Republic*. Obtenido en noviembre de 2016 desde: <http://www.techrepublic.com/blog/tech-sanity-check/the-future-of-it-will-be-reduced-to-three-kinds-of-jobs/>
66. Liceo Politécnico Andes. "Plan de estudio de la especialidad de Telecomunicaciones". Chile, 2015. Obtenido en diciembre de 2016 desde: <http://liceopolitecnicoandes.cl/especialidad/malla-curricular/>
67. Universidad de Santiago de Chile. "Malla curricular para la carrera de Pedagogía en Matemática y Computación". Chile, 2017. Obtenido en marzo de 2017 desde: http://www.admision.usach.cl/sites/default/files/mallas_carreras/ped_en_mat_y_computacion_0.pdf
68. Universidad de Concepción. "Malla curricular para la carrera de Pedagogía en Matemática y Computación. Chile, 2017". Obtenido en marzo de 2017 desde: <http://admision.udec.cl/themes/garland/mallas/concep/mallapedagogiaenmatematica.pdf>

69. Liceo Industrial Hardware. "Proyecto educativo del liceo". Chile, 2016. Obtenido en julio de 2016 desde: <http://liceohardware.cl/wp-content/uploads/2016/01/ProyectoEducativo24444.pdf>
70. Liceo Industrial Benjamín Dávila Larraín. "Guías y apuntes de la especialidad de Telecomunicaciones". Chile, 2016. Obtenido en julio de 2016 desde: http://www.liceobdl.cl/v.2/index.php?option=com_phocadownload&view=section&id=5:telecomunicaciones&Itemid=73
71. Liceo Industrial Ramón Barros Luco. "Guías y apuntes de la especialidad de Telecomunicaciones". Chile, 2016. Obtenido en julio de 2016 desde: <http://www.liceorbl.cl/v.7/index.php/guias-apuntes/category/26-terceros-medios-telecomunicaciones>
72. Liceo Politécnico San Joaquín. "Competencias para la especialidad de Telecomunicaciones". Chile, 2016. Obtenido en julio de 2016 desde: <http://www.romanosxii.cl/liceo/politecnico-san-joaquin/telecomunicaciones?lang=es#áreas-de-competencias>
73. Peter Denning et. al. "Computing as a Discipline". *Communications of the ACM* Vol. 32, N° 1. Nueva York, EE.UU. 1989. Obtenido en marzo de 2016 desde: <https://pdfs.semanticscholar.org/0d3f/facbb4f5b004a14a2ab05e798f68159b2bc4.pdf>

9 Anexos

9.1 Descriptores del Marco Europeo de Cualificaciones

Existen ocho niveles, de los cuales se han obviado los últimos cuatro al corresponder a niveles de educación superior. Cada nivel se define por un conjunto de descriptores que indican los resultados del aprendizaje pertinentes para la cualificación de ese nivel.

Nivel MEC	Conocimiento	Habilidades	Competencia
	<i>En el MEC, los conocimientos se describen como teóricos y / o fácticos .</i>	<i>En el MEC, las destrezas se describen como cognitiva (que implica el uso del pensamiento lógico, intuitivo y creativo), y práctica (en la destreza manual y el uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos)</i>	<i>En el MEC, la competencia se describe en términos de responsabilidad y autonomía .</i>
Nivel 1	Conocimientos generales básicos	Habilidades básicas que se requieren para llevar a cabo tareas simples	Trabajo o estudio bajo supervisión directa en un contexto estructurado
Nivel 2	Conocimiento fáctico básico en un campo de trabajo o estudio	Habilidades cognitivas y prácticas básicas necesarias para utilizar la información pertinente con el fin de llevar a cabo tareas y para resolver los problemas de rutina el usando reglas y herramientas simples	Trabajo o estudio bajo supervisión con cierta autonomía

Nivel 3	El conocimiento fáctico, de principios, procesos y conceptos generales, en un campo de trabajo o estudio	Una serie de habilidades cognitivas y prácticas necesarias para efectuar tareas y resolver problemas seleccionando y aplicando métodos, herramientas, materiales e información	Asumir responsabilidad de realización de tareas de trabajo o estudio; adaptación del comportamiento propio a las circunstancias para resolver problemas
Nivel 4	Conocimiento fáctico y teórico en contextos amplios dentro de un campo de trabajo o estudio	Una serie de habilidades cognitivas y prácticas necesarias para encontrar soluciones a problemas específicos en un campo de trabajo o estudio	Ejercitar la autogestión en los contextos de trabajo y estudio, en líneas que son generalmente predecibles, pero sujetas a cambio; supervisar las rutinas de trabajo de otros, tomando algo de responsabilidad por la evaluación y mejora de las actividades de trabajo o estudio

9.2 Diferencias entre las asignaturas de computación en Gran Bretaña

Information and Communication Technology	Computer Science
The study of computer systems and how they are used	The study of how computer systems are built and work
Human need is central to the subject	Computation is central to the subject
Concerned with the design, development and evaluation of systems, with particular emphasis on the data, functional and usability requirements of end users	Concerned with algorithmic thinking, and the ways in which a real-world problem can be decomposed in order to construct a working solution
Focuses on building or programming a solution by using a combination of currently available devices and software.	Solves problems and develops new systems by writing new software and developing innovative computational approaches.
Emphasis on selecting, evaluating, designing and configuring appropriate software and devices. Programming is one method of creating desired outcomes.	Emphasis on principles and techniques for building new software and designing new hardware. Programming and coding is a central technique to create outcomes.
ICT supports, enhances and empowers human activity and informs future developments.	Computation is a “lens” through which we can understand the natural world, and the nature of thought itself, in a new way.
Tending towards the higher level study and application of ICT in a range of contexts, from academic to vocational.	Tending towards higher level academic study of Computing and Computer Science.

9.3 Profesores y alumnos entrevistados

Alumnos:

- Víctor Albarrán (victor.a.albarran.n@gmail.com). Alumno del Liceo Politécnico Andes, licenciado el 2016.
- Víctor Fuentes (vfuentes@edcorp.cl). Ex alumno del Liceo Politécnico Andes, titulado el 2008.

Profesores de EMTP:

- Cecilia Vergara (cvergara@duoc.cl). Profesora Gestión Empresarial. Liceo Politécnico Andes.
- Judith González (judi.gonzalez@profesor.duoc.cl). Profesora de Estado de Matemática y Computación, Ingeniero en Informática. Liceo Politécnico Andes.
- William Martínez (wmartinez@duoc.cl). Coordinador General Curricular del Liceo Politécnico Andes.

Profesores universitarios:

- Jocelyn Simmonds (jsimmond@dcc.uchile.cl). Profesora del Departamento de Ciencias de Computación de la Universidad de Chile.
- José Miguel Piquer (jpiquer@dcc.uchile.cl). Director de Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones de la Universidad de Chile.
- Luis Mateu (lmateu@dcc.uchile.cl). Profesor del Departamento de Ciencias de Computación de la Universidad de Chile.
- Sergio Ochoa (sochoa@dcc.uchile.cl). Profesor del Departamento de Ciencias de Computación de la Universidad de Chile.

9.4 Solicitud de acceso a la información pública.

Respuesta a solicitud realizada en el portal de transparencia del Ministerio de Educación de Chile en julio de 2016.

Estimado Marcel:

Adjunto envío establecimientos TP jóvenes y adultos que imparten sector económico “Tecnología y Telecomunicaciones” y las cantidades de alumnos en las distintas especialidades “Conectividad y Red”, “Programación” y “Telecomunicaciones”.

Con información del establecimiento: Región, comuna, dirección, teléfono, celular y año que comenzó a dictarse la especialidad.

La Unidad de Estadísticas no hace entrega de bases de datos con los correos electrónicos de los establecimientos para resguardar el uso de esta información y evitar correos masivos a las dependencias. Sin embargo, es posible acceder a los correos de los establecimientos por la página MIME <http://www.mime.mineduc.cl/mvc/mime/portada>.

Debes tener presente que al ser información preliminar, los datos pueden variar respecto a la base oficial.

Saludos Cordiales

Ximena Saavedra Solís
Analista de la Unidad de Estadísticas
Centro de Estudios
Ministerio de Educación | Gobierno de Chile

9.4.1 Tabla con las columnas más relevantes

RBD	NOM_RBD	NOM_COM_RBD	COD_ENS E2	alu_conectividad_y_redes	alu_programacion	alu_telecomunicaciones	FONO_RBD	DIR_RBD
124	LICEO LUIS CRUZ MARTINEZ	IQUIQUE	7	0	0	72	544829	ANKER NIELSEN
286	LICEO LA PORTADA	ANTOFAGASTA	7	21	0	0	2231133	EL ROBLE 6850
611	LICEO DIEGO PORTALES	COQUIMBO	7	27	0	0	2321015	FRANCISCO VARELA
1213	LICEO PARTICULAR MIXTO LOS ANDES	LOS ANDES	7	0	0	56	408175	SAN RAFAEL 1450
1516	LICEO TECNOLÓGICO ALFREDO NAZAR FERES	VALPARAISO	7	0	0	64	2281231	ERRAZURIZ SN PLAYA ANCHA
1664	LICEO INDUSTRIAL MIRAFLORES ALTO	VIÑA DEL MAR	7	0	0	30	2960714	AVENIDA FREI
1884	LICEO COMERCIAL ALEJANDRO LUBET V	QUILPUE	7	26	0	0	2911163	FREIRE 945
2104	LICEO COMERCIAL DIEGO PORTALES	RANCAGUA	7	75	113	0	2222777	ALMARZA
2864	LICEO GONZALO CORREA UGARTE	MOLINA	7	0	0	26	2491552	AVDA. QUECHEREGUAS S/N
2939	LICEO DIEGO PORTALES	TALCA	7	0	0	18	232965	4 NORTE 0417
3163	INSTITUTO POLITECNICO SUPERIOR EGIDIO ROZ	CONSTITUCION	7	22	0	0	2675008	CRUZ
3305	LICEO POLITECNICO DE LINARES	LINARES	7	0	0	40	633293	AVDA. PRESIDENTE IBANEZ S/N
4446	LICEO POLIVALENTE LA FRONTERA	NEGRETE	7	0	0	24	2551419	EMILIO SERRANO 02
4507	LICEO TÉCNICO PROFESIONAL GONZALO GUGLIELMI MONTIEL	YUMBEL	7	0	0	32	2431096	IGNACIO CARRERA PINTO 369 YUMBEL ESTACION
4782	CENTRO EDUCACIÓN EVANGÉLICO DE HUALPÉN	HUALPEN	7	0	0	55	2410901	FINLANDIA
4825	LICEO COMERCIAL DE TOME	TOME	7	30	0	0	2651260	SARGENTO ALDEA
4975	LICEO INDUSTRIAL FUNDACIÓN FEDERICO SCHWAGER	CORONEL	7	0	0	18	2711779	AVDA. 21 DE MAYO N°83 - SCHWAGER
5219	LICEO TECNICO JUANITA FERNANDEZ SOLAR	ANGOL	7	0	0	40	2711976	REMEDIOS BRAVO DE CARVACHO

5613	COMPLEJO EDUCACIONAL LA GRANJA	VILCUN	7	0	0	64	2371050	A. PRAT CH. 0181 CAJON
5656	LICEO POLITECNICO PUEBLO NUEVO	TEMUCO	7	0	0	128	2550501	NAHUELBUTA
6755	LICEO INDUSTRIAL VALDIVIA	VALDIVIA	8	0	0	3	214474	RENE SCHNEIDER
6757	LICEO POLITECNICO BENJAMIN VICUNA MACKENNA	VALDIVIA	7	0	0	33	214965	HOLZAPEL ESQUINA AVENIDA ARGENTINA S/N
7049	CENTRO EDUCATIVO FERNANDO SANTIVAN	PANGUIPULI	7	0	0	18	2311280	RAMON FREIRE
8427	LICEO INDUSTRIAL ARMANDO QUEZADA ACHARAN	PUNTA ARENAS	7	0	0	33	261913	21 DE MAYO
8454	INSTITUTO DON BOSCO	PUNTA ARENAS	7	0	0	35	2241096	MAIPU
8500	LICEO INDUSTRIAL ELIODORO GARCIA ZEGERS	SANTIAGO	7	0	0	132	2698484 5	SANTO DOMINGO
8603	CENTRO EDUCATIVO SALESIANOS ALAMEDA	SANTIAGO	7	0	0	79	6924100	RICARDO CUMMING
8657	COLEGIO SAN ALBERTO	ESTACION CENTRAL	7	0	0	67	2778466 4	SANTA TERESA
9058	INSTITUTO SUPERIOR DE COMERCIO DIEGO PORT	ÑUÑO A	7	26	0	0	2388571	AVDA PEDRO DE VALDIVIA
9061	LICEO POLITECNICO A N° 60 PRESIDENTE MANUEL MONTT	ÑUÑO A	7	0	0	45	2388491	AV: PEDRO DE VALDIVIA 4650 INTERIOR
9106	CENTRO EDUCACION MARIANO EGANA	PEÑALOLEN	7	0	0	67	9397871	AVENIDA GRECIA
9194	CENTRO EDUC PROFES GMO GONZALEZ HEINRICH	ÑUÑO A	7	0	0	51	2235951	JOSE P. ALESSANDRI
9408	LICEO POLITECNICO DE SAN JOAQUIN	SAN JOAQUIN	7	0	0	38	5512549	SANTA ROSA
9411	CENTRO EDUCACIONAL HORACIO ARAVENA A.	SAN JOAQUIN	7	0	0	48	2552238 3	URETA COX
9693	LICEO POLITECNICO CIENCIA Y TECNOLOGIA	LA CISTERNA	7	0	0	147	2558425 3	AVENIDA GOYCOLEA
9697	LICEO POLIVALENTE	LO ESPEJO	7	0	0	45	2485690 4	INES DE SUAREZ
9781	CENTRO POLITECNICO PARTICULAR SAN RAMON	LA CISTERNA	7	0	0	112	2596780 9	AMERICO VESPUCIO

9827	COLEGIO IDOP LIMITADA	LA CISTERNA	7	0	0	82	25482412	VICUNA MACKENNA
9866	LICEO COMERCIAL B-72	ESTACION CENTRAL	7	0	39	0	27643705	AVENIDA 5 DE ABRIL
9867	CENTRO DE EDUC. TECN.PROFESIONAL CODEDUC	MAIPU	7	0	0	72	5852312	AV. SEGUNDA TRANSVERSAL 1900
9897	LICEO POLITECNICO PARTICULAR HANNOVER	MAIPU	7	0	0	97	6611402	DOS NORTE
10030	LICEO POLIV.SAN JOSE DE LA PRECIOSA SANG	QUINTA NORMAL	7	0	0	127	7746016	PADRE BERNARDO MORES
10196	LICEO INDUSTRIAL BENJAMIN DAVILA LARRAIN	RENCA	7	0	0	94	6464427	CAUPOLICÁN
10248	LICEO INSTITUTO TECNOLOGICO Y COMERCIAL RECOLETA-INTECO	RECOLETA	7	0	0	76	6216659	AVENIDA EL SALTO
10496	ESCUELA INDUSTRIAL LAS NIEVES	PUENTE ALTO	7	0	0	87	28500128	AVDA. JORGE ROSS OSSA 255 (EX AVDA. LAS NIEVES)
10573	CENTRO EDUCACIONAL MATIAS COUSINO	EL BOSQUE	7	0	0	43	25589915	LUIS BARROS BORGOÑO
10725	CENTRO EDUCACIONAL ISLA DE MAIPO	ISLA DE MAIPO	7	0	0	80	28192955	CORTEZ
11608	LICEO TECNICO PROFESIONAL JUAN PABLO II	COIHAIQUE	7	0	0	70	2231206	FRANCISCO BILBAO
11831	LICEO INDUSTRIAL BENJAMIN FRANKLIN	QUINTA NORMAL	7	41	0	81	7731958	LA PLATA
12062	LICEO MAURICIO HOCHSCHILD	SAN PEDRO DE LA PAZ	7	0	0	49	2374904	LOS ACACIOS 1755, SAN PEDRO DE LA PAZ
12566	COLEGIO METODISTA WILLIAM TAYLOR	ALTO HOSPICIO	7	0	0	31	2491613	AVENIDA LOS ALAMOS
12602	ESC. BASICA Y PARV. KRONOS SCHOOL	ALTO HOSPICIO	7	0	24	0	2546514	LOS AROMOS
13145	LICEO TECNOLOGICO DE COPIAPO	COPIAPO	7	0	0	53	2224831	CIRCUNVALACION NORTE
14879	LICEO PART, MIXTO SAN FELIPE	SAN FELIPE	7	0	0	62	2536060	EL ALMENDRAL 2801
16446	COLEGIO JUAN PIAMARTA	TALCA	7	0	0	44	2615263	12 1/2 SUR-B
16634	COLEGIO POLITECNICO AQUELARRÉ	TENO	7	0	0	80	2412429	AVDA. BELLAVISTA

16697	INSTITUTO DE INNOVACION TECNOLOGICA DIEGO POR	CURICO	7	40	0	0	222627	MEMBRILLAR
17750	COLEGIO SALESIANO DE CONCEPCION	CONCEPCION	7	0	0	59	2104900	AVENIDA SAN JUAN BOSCO N° 140
20037	LICEO COMERCIAL DEL DESARROLLO	TEMUCO	7	0	27	0	2550800	MANTUA
20139	LICEO TECNOLÓGICO MONTEMARIA	PUCON	7	0	0	55	2443467	RIO TRANCURA
22191	COLEGIO EMPRENDER OSORNO	OSORNO	7	0	0	61	2253990	AV. REPUBLICA
22374	INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL SUR	VALDIVIA	7	0	0	35	251160	LAS ILUSIONES 011, POBLACION INES DE SUAREZ
22551	LICEO TECNICO PROFESIONAL GABRIELA MISTRAL	CASTRO	8	0	0	9	2635398	GALVARINO RIVEROS N°701
22626	INSTITUTO POLITECNICO	OSORNO	7	0	0	140	2233241	SANTA MARIA
24444	LICEO INDUSTRIAL HARDWARE	SAN BERNARDO	7	0	0	63	2796526 0	MARTÍN DE SOLIS
24482	LICEO POLITECNICO PARTICULAR ANDES	RENCA	7	0	0	330	2640680 0	AVDA DOMINGO SANTA MARIA
24685	COLEGIO PIAMARTA	ESTACION CENTRAL	7	0	0	143	7411573	SANTA CORINA
24843	COLEGIO POLIV. SAN LUIS BELTRAN	PUDAHUEL	7	0	0	75	6450610	AV EL TRANQUE 1320
24885	COLEGIO KING SCHOOL CORDILLERA	LA PINTANA	7	0	0	54	8529004	LOS PLATANOS
24956	COLEGIO TECNICO PROFESIONAL NOCEDAL	LA PINTANA	7	0	0	37	5920429	AV, LA PRIMAVERA
24978	COLEGIO PART.POLITECNICO EYZAGUIRRE	PUENTE ALTO	7	36	0	0	7803233	EYZAGUIRRE 2865-2885
25029	COMPLEJO EDUCACIONAL LOS ANDES	LA CISTERNA	7	0	0	50	7915724	AMERICO VESPUCIO
25050	COLEGIO PARTICULAR SAN MATEO	PUENTE ALTO	7	0	0	48	8748207	EL MEDIANERO 02081 POBLACIÓN EL PEÑÓN II
25082	COLEGIO TECNICO PROFESIONAL APRENDER	LA PINTANA	7	0	0	54	2516006 4	SANTO TOMAS 0963
25282	COLEGIO POLIV. CARDENAL RAUL SILVA HENRIQUEZ	PUENTE ALTO	7	0	0	77	8491899	AVENIDA EYZAGUIRRE 01811

25352	COLEGIO POLIV. PATRICIO MEKIS DE PADRE HURTAD	PADRE HURTADO	7	0	0	73	2811220 2	PRIMERA TRANSVERSAL
25368	COLEGIO PART. CARDENAL CARLOS OVIEDO CAVADA	MAIPU	7	0	0	77	5140400	AGUA SANTA 2800
25475	COLEGIO PART. PADRE JOSE KENTENICH	PUENTE ALTO	7	0	0	35	3629281	PROFESOR ALCAINO 01335
25496	INSTITUTO TECNOLOGICO SAN MATEO	PUDAHUEL	7	0	0	197	8795300	LIUCURA
25523	CARDENAL JUAN FRANCISCO FRESNO LARRAIN	PUENTE ALTO	7	0	0	75	8498574	SARGENTO MENADIER 2632, VILLA SAN MIGUEL
25779	COLEGIO POLIV. CARDENAL JOSE MARIA CARO	LA PINTANA	7	0	0	68	5415225	SAN LEANDRO
25781	COLEGIO POLIV. ARZOBISPO CRESCENTE ERRAZURIZ	PUENTE ALTO	7	0	0	69	5472627	CABO DE HORNO
25950	COLEGIO SEMPER ALTIUS	LA FLORIDA	7	0	0	41	5131871	MARIA ANGELICA 3981
25988	COLEGIO JUAN LUIS UNDURRAGA ANINAT	QUILICURA	7	0	0	79	6283343	LAS VIOLETAS
26365	COLEGIO SAN ALBERTO HURTADO DE PUDAHUEL	PUDAHUEL	7	0	0	69	7473443	CALLE LOS MARES
31037	LICEO INSTITUTO CUMBRE DE CONDORES	RENCA	7	0	0	95	2646316 3	AV. JAIME GUZMAN N°1365
40457	LICEO TECNICO PROFESIONAL PABLO NERUDA	CASTRO	7	0	0	36	530950	PANAMERICA SUR

9.5 Niveles de educación definidos por el ISCED

- 0: Less than primary education
 - 01: Never attended an education programme
 - 010: Never attended an education programme
 - 02: Some early childhood education
 - 020: Some early childhood education
 - 03: Some primary education (without level completion)
 - 030: Some primary education (without level completion)
- 1: Primary education
 - 10: Primary
 - 100: Including recognised successful completion of a lower secondary programme insufficient for level completion or partial level completion
- 2: Lower secondary education
 - 24: General
 - 242: Partial level completion, without direct access to upper secondary education
 - 243: Level completion, without direct access to upper secondary education
 - 244: Level completion, with direct access to upper secondary education
 - 25: Vocational
 - 252: Partial level completion, without direct access to upper secondary education
 - 253: Level completion, without direct access to upper secondary education
 - 254: Level completion, with direct access to upper secondary education
- 3 :Upper secondary education
 - 34: General
 - 342: Partial level completion, without direct access to tertiary education
 - 343: Level completion, without direct access to tertiary education
 - 344: Level completion, with direct access to tertiary education
 - 35: Vocational
 - 352: Partial level completion, without direct access to tertiary education
 - 353: Level completion, without direct access to tertiary education
 - 354: Level completion, with direct access to tertiary education
- 4: Post-secondary non-tertiary education
 - 44: General
 - 443: Level completion, without direct access to tertiary education
 - 444: Level completion, with direct access to tertiary education
 - 45: Vocational
 - 453: Level completion, without direct access to tertiary education

- 454: Level completion, with direct access to tertiary education
 - 5: Short-cycle tertiary education
 - 54: General
 - 540: Not further defined
 - 55: Vocational
 - 550: Not further defined
 - 56: Orientation unspecified
 - 560: Not further defined
 - 6: Bachelor's or equivalent level
 - 64: Academic
 - 640: Not further defined
 - 65: Professional
 - 650: Not further defined
 - 66: Orientation unspecified
 - 660: Not further defined
 - 7: Master's or equivalent level
 - 74: Academic
 - 740: Not further defined
 - 75: Professional
 - 750: Not further defined
 - 76: Orientation unspecified
 - 760: Not further defined
 - 8: Doctoral or equivalent level
 - 84: Academic
 - 840: Not further defined
 - 85: Professional
 - 850: Not further defined
 - 86: Orientation unspecified
 - 860: Not further defined
 - 9: Not elsewhere classified
 - 99: Not elsewhere classified
 - 999: Not elsewhere classified