

# CC – 2016

Una propuesta para refundar  
la enseñanza de la computación  
en las escuelas Argentinas



Buenos Aires, Enero de 2013

---

# 1 Resumen Ejecutivo

## 1.1 Objetivo

El objetivo de este informe es instalar el debate en la comunidad científica y educativa del país sobre la necesidad de realizar cambios de fondo en la enseñanza en escuelas primarias y secundarias de varios temas relacionados con la computación, convencidos de que son un elemento clave para que nuestro país pueda aprovechar las enormes oportunidades que brindan estas tecnologías. Creemos además que aprender la “verdadera computación” (las ciencias de la computación) será muy beneficioso para que todos los alumnos argentinos desarrollen habilidades y competencias fundamentales para la vida moderna. Nuestra idea no es original: muchos países como Estados Unidos [1] y el Reino Unido [2] están embarcados en procesos similares, mientras que otros como Finlandia, Israel y Nueva Zelanda llevan un importante liderazgo que ya están capitalizando.

## 1.2 La revolución del software

Hoy nuestra sociedad está viviendo una nueva revolución, sólo comparable a hechos históricos como la invención de la imprenta. Teléfonos inteligentes, libros electrónicos, consolas de videojuegos, centros de procesamiento de datos corporativos "en la nube", supercomputadoras de cálculos científicos, fotografía digital, edición musical digital, navegación guiada por GPS, Internet, e-mail, motores de búsqueda, comercio electrónico, redes sociales, imágenes médicas digitales, cirugías asistidas por computadora, traducciones automáticas de lenguaje natural y reconocimiento de voz son sólo algunos ejemplos. Estos sistemas, herramientas y servicios pertenecen a un dominio muy vasto, que continúa creciendo, conocido bajo la denominación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Pero estas tecnologías no se limitan a esas aplicaciones y son en gran parte responsables, por ejemplo, de la revolución de la biología molecular, con impacto en la salud y la alimentación, o de que muchas industrias hayan mejorado sus productos y los han hecho más seguros y eficientes. Por ejemplo en la industria aeronáutica, el Boeing 787, conocido como Dreamliner, 20% más económico que los jets que lo precedieron, no se podría haber diseñado ni construido sin el concurso del software. Su predecesor, el Boeing 777, fue el primer avión cuya aerodinamia fue simulada completamente por computadora, sin la utilización de túneles de viento, y ha tenido apenas dos accidentes en 17 años de servicio. Las tecnologías de pronósticos meteorológicos descansan fundamentalmente en la potencia de cálculo y la eficiencia de los algoritmos programados para resolverlos. Todas estas tecnologías, y muchas más que podríamos nombrar, fomentan nuestro bienestar, nuestra seguridad y nuestra prosperidad.

## 1.3 La ciencia detrás de muchos de estos avances

¿Qué hay detrás de este boom de las TICs? En lo que hace a la computación hay una ciencia, establecida, con fundamentos, principios, conceptos y métodos independientes de tecnologías concretas: las *ciencias de la computación* (CC), que entre otras cosas incluyen:

- *Programación y algoritmos* (Métodos para describir soluciones a problemas utilizando computadoras).
- *Estructuras de almacenamiento de datos* (Formas de almacenar información en las computadoras para después poder recuperarla en forma eficiente).
- *Arquitectura de computadoras* (Formas de diseñar las computadoras).
- *Redes de computadoras* (Formas de vincular las computadoras para que puedan establecer comunicaciones entre ellas).

Además, en la disciplina interviene un conjunto de habilidades y competencias intelectuales que se ganan para toda la vida y son aplicables a todos los demás campos de estudio. Constituyen una forma de pensar que tiene características propias y diferentes a la de otras ciencias, destacándose:

- *Modelización y formalización.*
- *Descomposición en sub problemas.*
- *Generalización y abstracción de casos particulares.*
- *Procesos de diseño, implementación y prueba.*

Podemos reconocer entonces que las ciencias de la computación constituyen una disciplina académica rigurosa cuya enseñanza es imprescindible para mejorar las perspectivas profesionales y humanas de todos los estudiantes.

#### 1.4 Las fallas del presente y el futuro

---

Lo vertiginoso de esta revolución hace que sea muy difícil prever cuál será el escenario futuro de acá a pocos años. Parte esencial de esa imprevisibilidad tiene que ver con el desarrollo de la industria del software, por lo que estar bien posicionados en el sector otorga una ventaja estratégica frente a la incertidumbre del devenir de las transformaciones sociales.

Varios informes de organismos de Estados Unidos, Reino Unido y otros países, coinciden en señalar que el éxito que cada país posea para poder enseñar computación con eficacia estará relacionado directamente con la habilidad de dicho país de poder innovar y competir en los mercados actuales. A la vez, estos informes concuerdan en identificar una serie de fallas en los programas de educación en CC, de los cuales nuestro país no es ajeno:

- *Falta de estándares de enseñanza*, o estándares deficientes.
- *Énfasis en la enseñanza de software de oficina*, en detrimento de la enseñanza de CC.
- *Falta de profesores capacitados y formados*.
- *Ausencia de oferta de capacitación continua*.
- *Deficiente infraestructura escolar*: falta de laboratorios, de conectividad, de kits educativos, etc.

Una gran parte de nuestra sociedad desconoce casi todo sobre las CC, o las confunde con habilidades ofimáticas, como manejo de procesadores de texto o planillas de cálculo. ¿Por qué ocurre esto?

- *Las CC no forman parte de los diseños curriculares de primaria y secundaria*.
- *Hay muy pocos profesores formados que enseñen CC en las escuelas*.
- *En las escuelas se enseña a usar programas transmitiendo la sensación de que las CC son una disciplina tediosa, carente de interés y de baja calificación*.
- *Se instala la idea de que para aprender computación no hace falta estudiar*.
- *El crecimiento del uso de las tecnologías digitales da la falsa sensación a quienes las dominan que ya conocen el tema*.
- *Existe profusa variedad de terminología* (TIC, Informática, CC, alfabetización digital, TI, NTICX, etc.) que no hace más que confundir, mezclando bajo distintas denominaciones a prácticas o carreras parecidas y bajo la misma denominación a elementos totalmente diferentes.

#### 1.5 El círculo vicioso y la oportunidad de romperlo

---

Estos hechos conducen a un círculo vicioso que comienza por la carencia de profesores formados que puedan transmitir en qué consiste la CC, lo que lleva a que las clases de computación estén en manos de docentes no especializados. El círculo sigue porque ante el desconocimiento, o aún peor la creencia de que las CC son tediosas o carentes de interés (puede contribuir también la sensación de que, como las demás ciencias es algo oscura y alejada de las posibilidades de la mayoría de los estudiantes principalmente por los malos abordajes didácticos en primaria y secundaria), los estudiantes no eligen seguir este tipo de estudios, cerrando el círculo de escasez de profesores formados en CC.

La oportunidad para que nuestro país con su sector TIC sea crecientemente actor y no mero espectador de la revolución que estamos viviendo pasa por fortalecer la formación de recursos humanos. La manipulación de la información es hoy en día uno de los pilares de las economías de la mayoría de los países desarrollados. Poseer recursos humanos altamente calificados otorga, a quienes los tenga, una ventaja competitiva que le permite maximizar el uso de las tecnologías y ser partícipe de su creación.

Argentina tiene tradición en CC, tiene recursos humanos formados para iniciar el camino de formación de profesores, tiene investigadores en el área, tiene una comunidad de CC.

Todas estas condiciones nos ponen ante una oportunidad única de poder emprender el camino de formar profesores y maestros para que puedan introducir a los alumnos en los temas más significativos de CC para poder empezar a romper el círculo vicioso descrito más arriba.

## 1.6 Propuestas

---

Los cursos que se implementen deberían tener como principal expectativa proveer una visión acertada acerca de *qué es la Computación*, fomentando el desarrollo de habilidades abstractas de pensamiento computacional en este proceso y no sólo presentando el uso de tecnologías concretas.

Por esta razón, creemos que sería conveniente dividir a los cursos en dos clases: aquellos que brinden conocimientos, competencias y habilidades acerca de las ciencias de la computación, y otros que experimenten y presenten habilidades para manipular de forma idónea las TICs (refiriéndonos a tecnologías concretas).

Por otra parte, todos los reportes que proponen soluciones a este problema [3] coinciden en que para mejorar la educación en CC debemos tanto preparar como inspirar a los estudiantes. Es por esto que el enfoque didáctico debería poner gran énfasis en elementos clave tales como la motivación, la resolución de problemas del mundo real, el trabajo en equipo y la participación activa de los estudiantes. En los cursos deben brindarse espacios en donde se motive y fortalezca la autoestima de los alumnos, de tal forma que se sientan involucrados y desarrollen su creatividad, encontrándole utilidad a lo que se les presenta.

Sobre la formación de docentes capaces de brindar estos cursos, será necesario promover carreras relacionadas con la enseñanza de la disciplina, dado que aún no hay suficiente personal docente capacitado como para impartir clases de CC en todas las escuelas del país. Además, es necesario actualizar a gran parte de los actuales docentes de informática para que puedan llevar a cabo estas nuevas propuestas. Deberá crearse entonces una carrera de formación inicial para profesores de computación con un nuevo enfoque, que debería cursarse en universidades especializadas en computación. Dada la naturaleza cambiante de la tecnología, también se tendrán que proponer cursos permanentes de actualización y perfeccionamiento.

Sobre esta línea proponemos realizar un censo de los profesores con formación en CC que puedan ser eventualmente formadores de otros profesores.

Entre otras actividades que serán necesarias para llevar adelante los objetivos planteados, podemos destacar las siguientes:

- Regular la formación de docentes para la enseñanza de las ciencias de la computación,
- promover esta ciencia a lo largo de todo el país,
- producir material didáctico para trabajar en las aulas,
- establecer normas de calidad educativa,
- brindar apoyo a los colegios para poder implementar de forma efectiva los cursos,
- armar concursos y entregar premios de reconocimiento a la excelencia.

## Contenido

<b>1</b>	<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>2</b>
1.1	Objetivo .....	2
1.2	La revolución del software .....	2
1.3	La ciencia detrás de muchos de estos avances .....	2
1.4	Las fallas del presente y el futuro.....	3
1.5	El círculo vicioso y la oportunidad de romperlo.....	3
1.6	Propuestas .....	4
<b>2</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>7</b>
2.1	Una oportunidad única .....	7
2.2	Objetivo de este Documento .....	8
2.3	Sobre los autores y el origen de este documento.....	8
2.4	Organización del resto del documento.....	8
2.5	Definición de Términos y Abreviaturas.....	9
<b>3</b>	<b>Contexto de un problema silencioso .....</b>	<b>10</b>
3.1	Un preocupante diagnóstico compartido.....	10
3.2	Terminología confusa.....	11
3.3	La enseñanza de TIC y CC en Argentina .....	13
3.4	Situación en otros países .....	14
3.5	Justificación económica de la iniciativa.....	15
<b>4</b>	<b>Las poco conocidas Ciencias de la Computación .....</b>	<b>17</b>
4.1	Introducción.....	17
4.2	La importancia de enseñar CC en las escuelas.....	19
4.3	La utilización básica de herramientas concretas no es suficiente .....	19
4.4	Pensamiento computacional .....	21
4.5	La relevancia de la programación .....	23
4.6	Sobre motivación y vocaciones.....	23
<b>5</b>	<b>Propuestas.....</b>	<b>25</b>
5.1	Enfoque didáctico general.....	25
5.2	Enfoque didáctico particular .....	26
5.3	Ideas y contenidos para las distintas edades .....	28
5.3.1	CC .....	28
5.3.2	Competencias digitales y TIC .....	33
5.4	Descripción de posibles herramientas .....	34
5.5	Propuestas institucionales.....	36
5.5.1	Propuestas para formación y actualización de docentes .....	36

5.5.2 Propuestas de reforma de los CBC .....	37
5.5.3 Propuestas adicionales para la promoción de la enseñanza de CC .....	37
<b>6 Referencias .....</b>	<b>39</b>

## 2 Introducción

### 2.1 Una oportunidad única

*“Desde teléfonos inteligentes a lectores de eBooks y consolas de videojuegos hasta computadoras personales; desde centros de procesamiento de datos corporativos a servicios “en la nube” hasta supercomputadoras para cálculos científicos; desde fotografía digital y edición de imágenes a reproductores de música digital, audio y video online hasta navegación guiada por GPS; desde robots que limpian casas al control de crucero adaptativo en automóviles y sistemas de control en tiempo real en vehículos híbridos hasta vehículos robotizados en o sobre el campo de batalla; desde Internet y la World Wide Web al correo electrónico, motores de búsqueda, comercio electrónico hasta redes sociales; desde imágenes médicas digitales a cirugías asistidas por computadoras hasta análisis de datos a gran escala que permiten la medicina basada en evidencias y la nueva biología; desde hojas de cálculo y procesadores de texto hasta revoluciones en control de inventarios, cadena de producción y logística; desde códigos de barras creados automáticamente a partir de destinatarios manuscritos en cartas postales a traducciones automáticas de lenguaje natural notablemente efectivas hasta reconocimiento de voz que mejora rápidamente, nuestro mundo confía en una asombrosa cantidad de sistemas, herramientas y servicios que pertenecen a un dominio muy vasto y que sigue creciendo llamado Tecnologías de la Información y Comunicación. Estas tecnologías fomentan nuestra prosperidad, salud y seguridad.”*

Designing a digital future: federally funded research and development in networking and information technology [4]

President’s Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), Estados Unidos, diciembre de 2010

Con el párrafo anterior comienza el reporte que en Diciembre de 2010 envió el Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnología al presidente Barack Obama, recomendando que mantenga una fuerte inversión estatal en investigación y desarrollo en estas tecnologías. La recomendación no debe sorprender, ya que inversiones pasadas permitieron invenciones como la propia Internet, que cambiaron el mundo, reforzaron el liderazgo tecnológico de los Estados Unidos y constituyeron, como dice el reporte “una de las mejores inversiones que nuestra nación haya hecho”.

El texto citado también muestra claramente hasta qué punto, de manera creciente y hasta límites difíciles de prever, la vida moderna depende de estas tecnologías. Esto tiene varias implicancias, entre ellas que las personas que las dominen tendrán un gran poder en sus manos, y que los países que tengan un rol de liderazgo en ellas tendrán enormes ventajas sobre el resto, que verá severamente limitadas sus capacidades productivas y las posibilidades de ponerlas al servicio de temas esenciales como la salud, la seguridad y la educación sin un nivel importante de dependencia externa.

Aun reconociendo la importancia de esta verdadera revolución, creemos que no somos capaces de entender hasta qué punto la computación afectará de manera creciente a nuestras sociedades, ya que lo que ocurre hoy en día es equiparable sólo con unas pocas revoluciones trascendentales que marcaron la historia de la humanidad como el desarrollo de la escritura, la invención de la imprenta o la revolución industrial, donde sus consecuencias pudieron analizarse con mayor precisión mucho tiempo después, y donde resultaba difícil tener un punto de vista adecuado para entender esos fenómenos mientras ocurrían. La dificultad para tener ese punto de vista está ejemplificada de manera clara en el impacto que tuvieron las redes sociales en la llamada “primavera árabe”, y la imposibilidad de ciertos gobiernos para prever estos fenómenos. A diferencia de las revoluciones pasadas, ésta ocurre a un ritmo mucho más vertiginoso, y nos es difícil prever aun horizontes de 4 o 5 años.

En este reporte nos dedicamos a un tema que consideramos fundamental en estos tiempos de cambio: la educación, porque el hecho de asumir que no somos capaces de entender cabalmente los fenómenos que están ocurriendo, más que un freno, debe ser un aliciente para tomar acciones que nos permitan aprovechar al máximo su potencial.

Si bien muchas personas se encuentran fascinadas por las nuevas tecnologías que manipulamos a diario, el potencial que posee el estudio de las Ciencias de la Computación<sup>1</sup>, todavía no es obvio para la mayoría. Creemos que existe una oportunidad única para ser pioneros en la enseñanza, en todos los niveles de la educación escolar, de los conceptos, teorías y desafíos que propone esta ciencia. Más aún, creemos que su aprendizaje aporta nuevas formas interesantes y útiles de razonar y solucionar problemas y en definitiva de “entender el mundo que nos rodea”. Estas habilidades pueden ser utilizadas en muchas áreas distintas y constituyen un aspecto importante para potenciar las posibilidades de tener un país desarrollado.

La educación es un aspecto clave para que los países puedan aprovechar las oportunidades que se les presentan. Por esta razón, es fundamental para el desarrollo del país brindar cursos de calidad y formar los docentes necesarios para que, a lo largo de la educación primaria y secundaria, los estudiantes participen de cursos que los pongan en contacto con las ideas de la disciplina. El país ya posee proyectos como Conectar Igualdad, Argentina Conectada, el apoyo al sector de Software y Servicios Informáticos, una notable tradición en investigación y recursos humanos altamente calificados y reconocidos en todo el mundo. Estamos frente a una **oportunidad única**.

## 2.2 Objetivo de este Documento

---

Este documento presenta una serie de propuestas y recomendaciones para encarar de manera urgente una serie de cambios en la forma en la que se enseña computación en las escuelas argentinas. La idea parte de un diagnóstico compartido por varios países, incluyendo algunos de los más desarrollados del mundo como Estados Unidos [1] y el Reino Unido [2]. Dicho diagnóstico indica, en líneas generales, que lo que se enseña actualmente en las escuelas sobre computación no sólo contribuye muy poco a la formación de los alumnos, sino que en muchos casos resulta contraproducente en relación con los objetivos más amplios de desarrollar vocaciones e interés por las carreras del área. Más aún, no logra aportar conocimientos, competencias y habilidades fundamentales para las demandas actuales y futuras de nuestra sociedad.

De esta manera, CC – 2016 (Ciencias de la Computación 2016) es un proyecto que apunta a comenzar a resolver estos problemas, proponiendo el ambicioso objetivo que creemos alcanzable de lograr que para 2016 tengamos en todo el país una situación muy diferente a la actual, en la que tanto en la escuela primaria como la secundaria se desarrollen habilidades de los alumnos relacionadas con la “verdadera” ciencia de la computación.

## 2.3 Sobre los autores y el origen de este documento

---

Este documento fue preparado por personal técnico de la Fundación Sadosky como corolario del esfuerzo realizado en el proyecto denominado “Vocaciones en TIC”, que tuvo una primera instancia de implementación en el desafío “Dale Aceptar”. Este desafío convocó a todos los estudiantes de las escuelas secundarias argentinas a participar de una competencia en el desarrollo de animaciones y videojuegos utilizando el software “Alice” de la Universidad Carnegie Mellon [5]. Alice representa un enfoque innovador para la enseñanza inicial de la programación.

Nuestro acercamiento a docentes secundarios y las percepciones de los alumnos sobre la computación, y las enormes posibilidades que ésta brinda nos fueron llevando a interesarnos por cambios más profundos en el sistema educativo que tendrán un impacto mucho mayor a nuestro proyecto inicial, limitado a despertar vocaciones. Nuestra idea es acercar este proyecto a las autoridades relacionadas con la temática de la educación para que evalúen su pertinencia y la posibilidad de implementarlo con las modificaciones que consideren convenientes, conscientes de los enormes desafíos que se presentan.

## 2.4 Organización del resto del documento

---

El documento se organiza de la siguiente manera. En el capítulo 3 hacemos una descripción detallada del contexto de este problema, representado por la falta de educación en Ciencias de Computación en las escuelas, y demostrando cómo esta situación ya fue vislumbrada por países como Estados Unidos y el Reino Unido, que ya están tomando medidas al respecto. En el capítulo 4 damos distintos argumentos sobre por qué esta ciencia es muy importante en la actualidad: cuáles son sus principales bondades, de

---

<sup>1</sup> En el ámbito académico suele hablarse simplemente de “computación”, pero preferimos no utilizar este término dado que posee una connotación generalizada distinta a la pretendida.

qué trata realmente y por qué las escuelas deberían impartirla. Por último, en el capítulo 5 discutiremos una serie de propuestas y sugerencias acerca de cómo sería posible implementar estas propuestas en nuestro país, tanto en el nivel primario como secundario de las escuelas argentinas. Por último, se presenta información de referencia.

## 2.5 Definición de Términos y Abreviaturas

Definición o Término	Descripción
CC	Ciencias de la Computación
TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
NTIC	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación
CD	Competencias Digitales
AD	Alfabetización Digital
PCAST	President's Council of Advisors in Science and Technology

## 3 Contexto de un problema silencioso

### 3.1 Un preocupante diagnóstico compartido

“Apagar o reiniciar. El camino a futuro para la computación en las escuelas del Reino Unido” [2], “Andando con el tanque de reserva. El fracaso en la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas en la era digital” [1]. Así de preocupantes son los títulos de los reportes recientes del Reino Unido y los Estados Unidos que reflejan el estado de la enseñanza en computación en las escuelas de esos países. Es muy llamativa la crítica situación que enfrentan los países que fueron pioneros de la computación y que le dieron la forma que tiene actualmente. Salvo contadas excepciones como Nueva Zelanda [6] e Israel [7], en muchos países, incluso los que muestran mayores índices de desarrollo del mundo, la situación en lo que se refiere a este tema es igualmente preocupante.

Los dos reportes mencionados y otros de terceros países describen de manera muy cruda los problemas que enfrentan, que podemos resumir de la siguiente forma, combinando los puntos en común:

- *La enseñanza de la computación en las escuelas es poco satisfactoria*
  - Muchos estados o regiones no tienen estándares para la enseñanza de la computación.
  - Los temas cubiertos casi siempre se limitan a la enseñanza del uso de utilitarios básicos de computadoras personales (procesadores de texto, planillas de cálculo, software para presentaciones, navegadores, etc.), un tema que muchas veces es llamado “alfabetización digital”. Estos temas son de escasa relevancia para una educación integral de nuestros alumnos y en muchos casos los alejan de estas disciplinas y crean una imagen incorrecta de lo que es realmente la computación.
  - Hay una preocupante falta de profesores capacitados para enseñar computación más allá de estos temas simples relacionados con “alfabetización digital”.
  - No hay esquemas de educación continua para mantener actualizados a los profesores, que son imprescindibles para disciplinas tan dinámicas como la computación.
  - La deficiente infraestructura escolar es muchas veces una limitación (falta de laboratorios, de conectividad, de kits educativos, etc.).
- *Se debe reconocer a las ciencias de la computación son en conjunto una disciplina académica rigurosa* cuya enseñanza es imprescindible para mejorar las perspectivas profesionales de todos los estudiantes.
- *Todos los niños deben tener la posibilidad de acceder a la enseñanza de computación en su vida escolar*, incluyendo exposición a ciencias de la computación.
- *Las habilidades que desarrollan los alumnos al ser educados en ciencias de la computación van mucho más allá de lo referido estrictamente a este tema.* Estas habilidades, que a partir del trabajo de Jeannette Wing comenzaron a llamarse “Computational Thinking” [8], cumplen un rol de creciente importancia en la educación moderna.

El reporte “Shut Down or Restart” [2] muestra de la siguiente forma, muy gráfica y clara, el círculo vicioso en el que se encuentra la enseñanza actual de la computación en las escuelas en el Reino Unido. Aún sin contar con datos precisos creemos que muy probablemente en Argentina enfrentemos un problema similar:



**Ilustración 1 - El "Círculo Vicioso" de la enseñanza en computación en escuelas**

Romper este círculo vicioso no es simple, y llevará muchos años. Pero siempre debemos tener en claro que el estudio de la "verdadera computación" es muy distinto a la mera enseñanza del manejo de software y herramientas tecnológicas concretas.

### 3.2 Terminología confusa

Los citados informes reconocen que también es un problema en el nivel mundial la falta de precisión en los términos relacionados con distintos focos de estudio de tecnologías que permiten manipular información mediante sistemas computacionales. Algunos de los términos que podemos distinguir (siendo esta una lista no completa) son:

- Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)
- Tecnologías de la Información (TI)
- Informática
- Alfabetización Digital
- Computación
- Ciencias de la Computación

Cada uno de estos términos tiene un alcance distinto aunque muchos de ellos se solapan entre sí y, en muchos casos, aún no queda claro qué define exactamente cada uno. Este problema no es nuevo y se han realizado intentos por resolverlo.

Por su parte, el término TIC (y también NTIC y NTICX), por muy general, sigue siendo fuente de muchas confusiones en el ámbito educativo, dado que bajo esa denominación se engloba:

- El uso de recursos informáticos generales
- El uso de tecnología específica
- La infraestructura de las escuelas
- Un grupo de conocimientos y disciplinas

Si pretendemos que distintos sectores tales como la industria, la universidad y la escuela primaria y secundaria puedan comunicarse entre sí de forma eficaz, debemos encontrar términos que nos permitan delimitar claramente cada uno de los campos que deseamos diferenciar. De esta manera

sería posible comunicar necesidades de la industria y contenidos para la educación universitaria y escolar sin mayores complicaciones. Además, la falta de un lenguaje consistente genera confusiones que afectan principalmente a la decisión de los jóvenes sobre qué estudiar, y sobre todo, conducen a la producción de políticas educativas deficientes.

Para superar esas confusiones en [2] se promueve la desagregación de esta disciplina en distintas áreas o asignaturas. Nuestra propuesta es dividir a las TIC en **Competencias Digitales** (CD) y TIC, y sumar además lo que se denomina **Ciencias de la Computación** (CC), que no está siendo contemplada actualmente de manera integral en la educación, ya que suele haber un gran desconocimiento sobre sus objetivos y alcances. En la Ilustración 2 podemos ver cómo se propone en [2] resolver este problema. Creemos que es conveniente en Argentina adoptar un esquema similar.

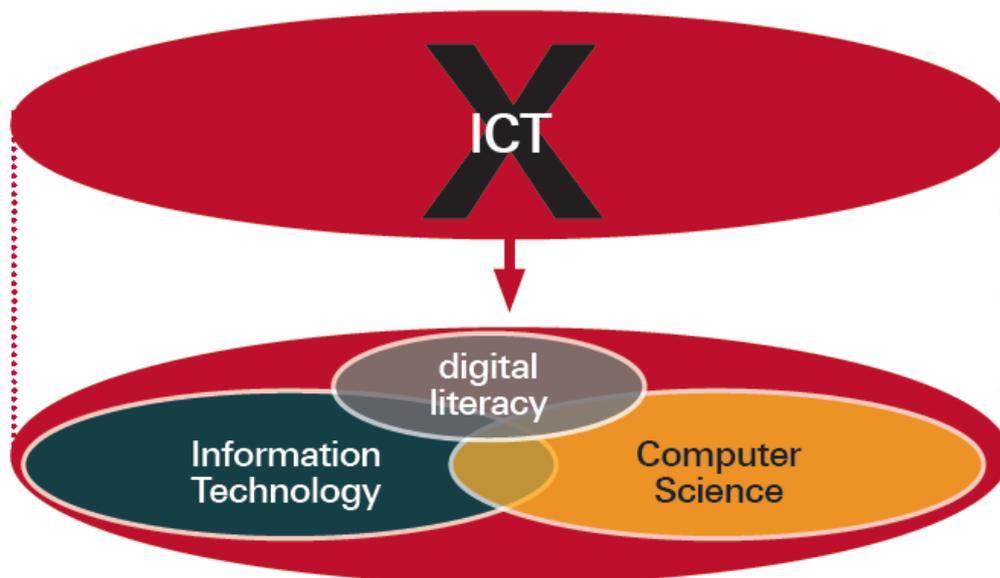


Ilustración 2 - Desagregación de términos propuesta en [2]

Como ya hemos visto las *Ciencias de la Computación* proveen:

- *Un conjunto amplio, general y muy útil de fundamentos y principios*, como dijimos, independiente de tecnologías concretas, que incluyen:
  - *Programación y algoritmos*
  - *Estructuras de datos*
  - *Arquitecturas y redes de computadoras*
- *Un conjunto de habilidades y competencias mentales* que se ganan para toda la vida y son aplicables a muchos campos de estudio, que incluyen:
  - *Modelización y formalización*
  - *Descomposición en sub problemas*
  - *Generalización y abstracción de casos particulares*
  - *Proceso de diseño, implementación y prueba*

Por su parte, el estudio sobre *Tecnologías de la Información y la Comunicación* está más relacionado a la configuración de sistemas digitales desarrollados para algún fin particular, en general orientados a satisfacer necesidades de usuarios. Entonces involucran:

- *Uso de software* para ordenamiento, almacenamiento de datos, sistema de archivos y uso efectivo de bases de datos y planillas de cálculo.
- *Creación y presentación información* en una gran variedad de contextos pensando en distintas audiencias.

- *Diseño y configuración de sistemas* para otros incluyendo planillas de cálculo, interfaces basadas en la web como foros, wikis, blogs y páginas personales.
- *Gestión de proyectos*, incluyendo identificación de necesidades, elaboración de especificaciones y creación de productos, evaluando su efectividad e identificando desarrollos futuros para satisfacer las necesidades de los usuarios.
- *Comprender las implicancias del uso de la tecnología*, incluyendo aspectos sociales, económicos, éticos, morales, legales y políticos planteados por el omnipresente uso de la tecnología en el trabajo, el hogar o el esparcimiento.

Podemos notar que todos estos temas no están directamente relacionados con lo que las CC aportan, dado que poseen fines muy distintos. En general, la relación entre ambas indica que las CC aportan conocimientos profundos acerca de los fundamentos computacionales que las TIC terminan por emplear para alcanzar fines específicos. Nos explayaremos sobre qué es posible en concreto estudiar en cada una de estas posibles asignaturas, y qué aporta principalmente el estudio de CC, en la sección 5.

Finalmente, están las llamadas *Competencias Digitales*, que si bien pueden ser incluidas dentro del estudio de las TIC, engloban la habilidad para usar computadoras con confianza, seguridad y efectividad. Sin embargo, estas competencias no son una materia de estudio en sí mismas, como tampoco lo son leer y escribir, sino que sólo incluyen cierto grupo concreto de habilidades esenciales en los tiempos actuales. Además, son habilidades que también se deben poseer para poder acceder a las demás asignaturas dentro de la escuela. De esta manera incluyen:

- *Aplicaciones de construcción de documentos*<sup>2</sup> tales como procesadores de texto, de presentaciones y hojas de cálculo.
- *Herramientas de Internet*, es decir, búsquedas de contenidos por la web y herramientas de comunicación y colaboración tales como e-mail, redes sociales, espacios de trabajo colaborativo on-line (como wikis), foros de discusión y listas de correo.
- *Aplicaciones de trabajo creativo* como aquellos de edición de imágenes, video, audio y diseño de mapas conceptuales.
- *Conocimiento de normas de seguridad y etiqueta online*, en particular al usar email, foros, mundos virtuales y redes sociales.

Es sabido que existen inconvenientes en intentar impartir estos conocimientos de igual forma para todos los alumnos de un curso, dado que los llamados “nativos digitales” muchas veces ya tienen parte de estos conocimientos y suelen aburrirse, aunque esto no significa que todos los conocimientos que poseen sean correctos. Que todas las demás materias hagan uso de los conocimientos provistos en relación a las CD es de gran relevancia si se desea poner énfasis en su obligatoriedad.

En conclusión, una terminología conveniente es importante cuando se debe pensar en asignaturas a impartir en las escuelas. Las TIC y las CC tienen diferentes alcances aunque poseen puntos de convergencia. Las CC son una disciplina académica. Los conocimientos sobre Competencias Digitales son importantes para sobrellevar de forma adecuada las actividades realizadas con recursos informáticos en las demás asignaturas. Y por último, conocimientos en TIC permiten ampliar en los estudiantes los conocimientos y habilidades en materia de tecnologías concretas.

### 3.3 La enseñanza de TIC y CC en Argentina

Con la nueva Ley Nacional de Educación (Ley Nro. 26.206), promulgada en el año 2006, se impone la enseñanza de las TIC en escuelas primarias y secundarias, y se crea una orientación en informática en la escuela secundaria. Aun cuando no contamos con datos concretos es sabido que en Argentina un alto porcentaje de los profesores de computación no tiene estudios universitarios ni superiores en las disciplinas que imparten.

Por otra parte, en general las asignaturas planteadas en las escuelas no son adecuadas, desde los objetivos y la forma en que se plantean hasta los contenidos que se proponen y las formas y métodos con los que se imparten. Particularmente sobre el diseño curricular de lo provincia de Buenos Aires de la materia de cuarto año de secundaria, Nuevas Tecnologías de la Información y la Conectividad (NTICX), en nuestra opinión encontramos que:

<sup>2</sup> Lo que es llamado comúnmente software de ofimática.

- Abarca muchos temas que no pueden ser vistos de manera significativa en el lapso de tiempo propuesto.
- Incluye temas no relacionados esencialmente con las TIC y que podrían ser vistos en otras materias como lengua y producción de textos.
- No promueve el desarrollo del pensamiento crítico y creativo en el alumno, dado que en la mayoría de los casos sólo provee categorizaciones por demás simplificadas, y muchas veces discutibles, acerca de lo que realmente son los alcances, funciones y límites de las tecnologías y sistemas computacionales.
- No pone suficiente foco en los temas importantes y esenciales a transmitir y se centra demasiado en palabras de poco significado que no perdurarán en el tiempo.
- Otorga una impresión incompleta de lo que las TIC y la Computación representan realmente.

Con respecto a la enseñanza de CC en las escuelas, no encontramos ninguna evidencia de su presencia en ellas de manera general. No obstante, la estructura curricular de la nueva orientación en informática para el secundario contiene materias como laboratorio de programación, de hardware, de sistemas operativos y de aplicaciones, y todas son dictadas durante 3 años de secundaria (de cuarto a sexto año). Si bien estas materias son por demás técnicas y por eso sólo forman parte de dicha orientación, debemos pensar en formas de impartir algunos de estos conocimientos para la población educativa en general, dado que representan gran parte del conjunto de conocimientos necesarios para analizar correctamente y de forma crítica las TIC, sin cometer graves errores técnicos en el proceso que pueden resultar en conclusiones y clasificaciones imprecisas. Algunos de los conocimientos que se imparten en estas materias pueden ser dados como parte del diseño curricular de una materia de CC aunque con otro enfoque y objetivos. El poder entender muchos de estos aspectos incentiva el aprendizaje de la mayoría de los conceptos relacionados a las TIC y las CC, dado que permite a los alumnos ser partícipes activos de los productos generados por estas áreas.

Por otra parte, existen proyectos como Conectar Igualdad que orientan parte de los esfuerzos hacia la correcta integración de las TIC en las prácticas de enseñanza en general. Este tipo de propuestas facilita la universalidad del acceso a la información y al mismo tiempo intenta promover el uso significativo de los equipos que reparten. El sistema educativo aún no se ha actualizado lo suficiente como para aprovechar al máximo el uso de estos equipos, pero los resultados son alentadores.

### 3.4 Situación en otros países

En un reporte más completo de la Royal Society [2] se realizó una investigación acerca de cómo se encontraba el resto de los países en relación al Reino Unido. Obtuvieron información de Canadá, Finlandia y Japón, entre otros. Japón fue elegido principalmente por su alta dependencia industrial en nuevas tecnologías, y el resto de los países mencionados por su prestigio en materia de calidad educativa.

Los diseños curriculares de las distintas asignaturas de estos países varían considerablemente, demostrando con esto que no existe un consenso acerca de cuáles son los temas que deberían formar parte de la enseñanza de la computación y las TIC. En la mayoría, se da un aprendizaje de programas básicos de oficina en edades tempranas, y en algunos casos temas más interesantes (como programación) suelen presentarse en los últimos años de educación secundaria, aunque estas últimas materias no siempre son obligatorias. Entonces, es destacable que existe en general un sesgo en el nivel mundial por impartir principalmente temas relativos a un uso agnóstico de las TIC, en la mayoría de los casos sin entender mínimamente sus fundamentos y por lo tanto las posibilidades que brindan.

Otros países están activamente reformando la educación para presentar a las ciencias de la computación como una disciplina rigurosa de gran utilidad:

- *Israel* desde la década del 90 impuso políticas sobre la enseñanza rigurosa de la computación [7]. Este país posee un programa de ciencias de computación que es considerado como el más riguroso existente en el mundo. El diseño curricular fue desarrollado en 1995 y desde entonces es tomado por entre 10 mil y 20 mil estudiantes todos los años.
- *Nueva Zelanda* en sus reportes (Grinsey et al. [9], Carrel et al. [6]) ha rediseñado sus cursos bajo el lema “Programación y Ciencias de la Computación”. Se provee material y educación para profesores como principales herramientas de cambio.

- *Alemania* en 2008 adoptó nuevos estándares que claramente distinguen la enseñanza de TIC y ciencias de la computación en los diseños curriculares [10], que comienza de forma temprana en la escuela secundaria.
- *India* ofrece ciencias de la computación en escuelas secundarias, con asignaturas para chicos de 12, 15 y 17 años. Para todos los niveles presentan distintos temas como redes, programación, arquitectura de computadoras, etc., además de manejo de software de oficina. Igualmente, continúan trabajando en un nuevo diseño curricular de ciencias de la computación [11].
- *Corea del Sur* actualmente incluye algunos aspectos de ciencias de la computación [12], principalmente programación y algoritmos. Nuevos diseños curriculares están siendo propuestos con menos énfasis programación y más conceptos fundamentales de ciencias de la computación.

Como podemos observar existen países que están reformando su educación para incluir conocimientos de ciencias de la computación en asignaturas para la enseñanza media. Todos los países encaran el problema de una forma diferente, muchas veces utilizando distintos términos para referirse a las asignaturas a implementar, y en la mayoría de los casos sin seguir estándares internacionales de ningún tipo, dado que aún no fueron planteados con la suficiente claridad. Por otra parte, la calidad de los cursos planteados en cada país aún no puede evaluarse puesto que recién comienzan a implementarse.

En los Estados Unidos se fundó una asociación denominada CSTA (Computer Science Teachers Association)<sup>3</sup>, que incluye a más de 80 universidades y tiene por objetivo diseñar cursos sobre fundamentos en ciencias de la computación<sup>4</sup> incorporables a la escuela secundaria.

Adicionalmente, los Estados Unidos se han embarcado en un ambicioso proyecto denominado CS10K<sup>5</sup> (Computer Science, 10.000 profesores), orientado a formar 10.000 profesores de escuelas secundarias que puedan enseñar ciencias de la computación para el año 2015.

A simple vista no podemos afirmar que las metodologías escogidas para presentar temas de ciencias de la computación sean las adecuadas, dado que sus contenidos son presentados como una materia más, pero tal vez no se esté teniendo en cuenta que esta disciplina provee una forma de pensar diferente a las demás. En otras palabras, la sola idea de un recorrido por algunos de sus contenidos no es suficiente.

Otro punto a destacar es que muchos de estos cursos están pensados para el nivel medio, pero creemos que es totalmente factible, y por eso deben pensarse, cursos para chicos del nivel primario que ya posean algunas de las nociones más básicas de ciencias de computación.

### 3.5 Justificación económica de la iniciativa

Vivimos en tiempos cuando la máxima creatividad del hombre puede marcar la diferencia; la nueva economía de un país ya no está sólo basada en los recursos naturales y en las materias primas sino en el conocimiento, los flujos de información y las habilidades para utilizarla. Y desde ya que la situación es la ideal para los países como la Argentina, con potencial para combinar ambas.

La manipulación de la información es hoy en día uno de los pilares de las economías de la mayoría de los países, y es por esto que el estudio y aprendizaje de las ciencias de la computación y disciplinas relacionadas facilita que un país pueda poseer una ventaja competitiva que permite maximizar el uso de estas tecnologías y ser partícipe de su creación. Todos los informes coinciden en que el éxito que cada país posea para poder enseñar computación con eficacia estará relacionado directamente con la habilidad de dicho país para poder innovar y competir en los mercados actuales.

La Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI), que analiza la actividad del sector de software y servicios informáticos (SSI), indica en sus reportes<sup>6</sup> que el sector mantiene su crecimiento, y que ya cuenta con 64.300 trabajadores. Para 2011 sus ventas son estimadas en 2972 millones de dólares, registrando un aumento del 22,4 por ciento con respecto al período anterior. La exportación de servicios por su parte creció un 19,5 por ciento. Incluso se estima que para 2012 se

<sup>3</sup> [www.csta.acm.org](http://www.csta.acm.org)

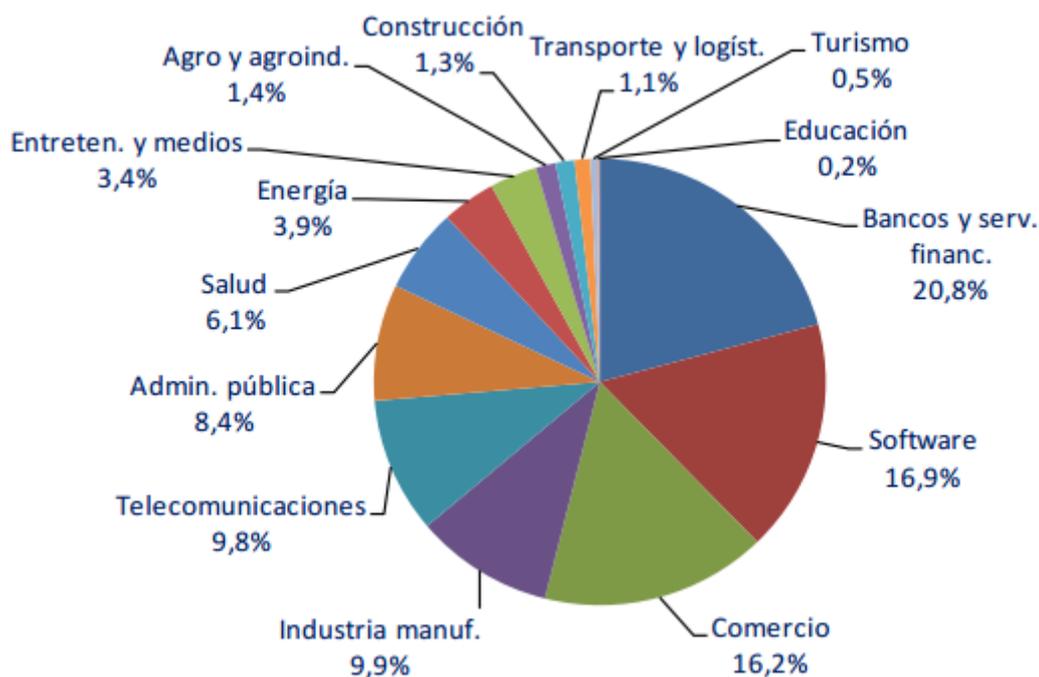
<sup>4</sup> [www.csprinciples.org](http://www.csprinciples.org)

<sup>5</sup> [www.computingportal.org/cs10k](http://www.computingportal.org/cs10k)

<sup>6</sup> [www.cessi.org.ar/opssi-reportes-949/index.html](http://www.cessi.org.ar/opssi-reportes-949/index.html)

llegará 71.500 puestos de trabajo, con ventas de 3340 millones y 899 millones de dólares en exportaciones. Estas exportaciones están destinadas principalmente hacia Estados Unidos (59,9 por ciento) y Brasil (11,5 por ciento). En la Ilustración 3, extraída del último reporte de la CESSI, puede verse la distribución de las ventas del sector entre sus diferentes clientes.

Todos estos datos hacen evidente el continuo crecimiento de la industria local de software, que aumenta a pasos agigantados y requiere cada vez más personal capacitado para afrontar los desafíos que se propone. Sin embargo, nuestro país (y también otros como Reino Unido<sup>7</sup>) no está cubriendo efectivamente las demandas del sector, ni de todos los demás sectores que también requieren conocimientos generales del área.



**Ilustración 3 - Clientes de acuerdo a su participación en las ventas del sector SSI - 2do Semestre 2011**

Una industria creciente en el sector es la de videojuegos<sup>8</sup>, que posee una fuerte presencia de capitales nacionales, pero enfrenta una baja disponibilidad de recursos humanos calificados, siendo el área que reviste mayores problemas la de programación. Es un sector que hace 10 años prácticamente no existía, pero que actualmente se encuentra facturando unos 85 millones de dólares<sup>9</sup> anuales, con un 95% de los productos realizados siendo exportados. Según una encuesta dirigida a los empresarios de esta industria<sup>10</sup>, el 87% asegura que existe una gran falta de capacitación, más que nada en relación al personal de programadores que emplean. Muchos países se encuentran actualmente explotando el sector de videojuegos. En 2008, Reino Unido alcanzó en este sector unos 2 mil millones de libras, una suma para nada despreciable.

Por otro lado, gran parte del personal que trabaja en la industria del software y TI no necesariamente debe tener un título directamente relacionado a las CC. En toda empresa se requiere personal administrativo, de recursos humanos, marketing, etc., y todos ellos deberían poseer conocimientos básicos del área.

La falta de conciencia en relación a la seguridad de la información ha causado por ejemplo, pérdidas en la economía del Reino Unido estimadas en 27 mil millones de libras. Esto podría ser salvado en gran parte si desde jóvenes los futuros empleados tuvieran bases mínimas en el tema, para así utilizar herramientas informáticas de forma adecuada, entendiendo los riesgos involucrados.

Además del número significativo de trabajos para este sector, conocimientos en ciencias de la computación y tecnologías relacionadas permiten alcanzar avances en materia de ciencias e ingeniería

<sup>7</sup> [www.cphc.ac.uk/docs/cphc-computinggraduates-june08.pdf](http://www.cphc.ac.uk/docs/cphc-computinggraduates-june08.pdf)

<sup>8</sup> [http://www.estadistica.buenosaires.gov.ar/areas/hacienda/sis\\_estadistico/encuesta\\_videojuegos\\_cedem.pdf](http://www.estadistica.buenosaires.gov.ar/areas/hacienda/sis_estadistico/encuesta_videojuegos_cedem.pdf)

<sup>9</sup> <http://adva.com.ar/acerca/>

<sup>10</sup> CEDEM, Centro de Estudios para el Desarrollo Económico Metropolitano (DGEyC – GCBA). Segunda Encuesta Nacional a Empresas Desarrolladoras de Videojuegos.

que son valiosos tanto para la sociedad como para la economía en su conjunto. Los avances en materia de tecnología cada vez más requieren el manejo de un pensamiento computacional suficiente como para utilizarlos con confianza. Es razonable pensar entonces que proveer bases sobre CC en las escuelas será de gran valor tanto para futuros ingresantes a universidades.

## 4 Las poco conocidas Ciencias de la Computación

*“Aunque las tecnologías individuales cambian día a día, están fundadas sobre conceptos y principios que han perdurado por décadas. Mucho tiempo después de que los estudiantes terminen la escuela y comiencen a trabajar – mucho después de que las tecnologías que veían en la escuela sean obsoletas – los principios que aprendieron en Ciencias de la Computación todavía serán válidos.”*

Michael Gove, Secretario de Estado para la Educación,  
Reino Unido, enero de 2012

### 4.1 Introducción

En este capítulo describimos con mayor detalle la importancia de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en todos los ciclos de la educación.

Comenzaremos a comprender de qué tratan estas ciencias con una frase atribuida a Edsger Dijkstra, que dice:

*“La computación trata tanto de computadoras como la astronomía trata sobre telescopios”*

Podemos observar que lo mismo ocurre en el ámbito de la física o la química, donde por ejemplo se utilizan microscopios pero éstos son sólo herramientas que auxilian en la observación de fenómenos relativos a dichas ciencias. En este sentido, la mayoría de las personas creen que saber de computación está solamente relacionado con saber operar programas informáticos y conocer los componentes electrónicos que constituyen a las computadoras. Más aún, su enseñanza en las escuelas refleja este pensamiento simplista en la mayoría de los casos.

Por el contrario, dentro de las incumbencias de la computación podemos encontrar<sup>11</sup>:

- *Las limitaciones y capacidades fundamentales de lo que formalmente se define como computadora*, que conceptualmente es una máquina con ciertas características que puede realizar cómputos.
- *La forma en que se construyen descripciones ejecutables por computadoras*, que comúnmente se conoce como programación. Esto es la base para aprender a desarrollar soluciones a problemas que las computadoras pueden resolver y permite entender cómo los programas organizan y transforman la información que manipulan.
- *Las características de aquellos problemas que pueden ser resueltos por una computadora*, como pueden ser los costos o la complejidad computacional que conlleva una implementación particular de una solución.
- *La forma en que se almacenan, procesan e intercambian datos a través de computadoras*, incluyendo la estructura conceptual básica de las computadoras modernas y las redes de computadoras.

Por esta razón, las CC difieren de mero conocimiento básico acerca de tecnología y alfabetización digital, y permiten presentar conceptos fundamentales de la computación, al igual que la física permite enseñar leyes acerca del movimiento y la energía.

Las CC exploran *principios e ideas* (como conocimientos sobre programación de computadoras), y no la utilización de dispositivos o máquinas particulares (como puede ser aprender a utilizar un software específico). Por eso, *estudiar ciencias de la computación no es simplemente aprender algunas herramientas particulares de TIC ni alfabetizarse digitalmente*, puesto que su foco no es obtener

<sup>11</sup> Esta enumeración no es exhaustiva ni formalmente precisa.

habilidades en el manejo de ciertas herramientas tecnológicas comunes como procesadores de texto, sino proveer herramientas conceptuales básicas para el correcto razonamiento acerca de los sistemas computacionales.

Lo cierto es que las Ciencias de la Computación en realidad no son del todo conocidas por la mayoría de las personas, pero son de gran importancia en la actualidad, no sólo desde el punto de vista científico, sino también para el desarrollo de las actividades donde se manipulan a diario estas tecnologías. Hablamos de ciencias como matemática, física, química o biología, pero que se dedica a estudiar cómo los sistemas computacionales trabajan y cómo son diseñados y programados. Es por eso que la disciplina queda definida como:

- *Un cuerpo de conocimiento* que incluye ideas y conceptos ampliamente aplicados y un marco teórico que los sustentan.
- *Un conjunto de técnicas y métodos rigurosos* que pueden ser aplicados a la resolución de problemas y al avance del conocimiento.
- *Una forma de razonar y trabajar* que posee un basamento sólido y se complementa con teorías y conocimientos prácticos, que incluyen poderosas técnicas de análisis, modelado y resolución de problemas. El tipo de pensamiento que provee es incluso transversal y aplicable a múltiples situaciones, muchas veces ajenas a la computación.
- *Un conjunto de conceptos que permanecen estables*: si bien la disciplina avanza los procesos y conceptos subyacentes mantienen su relevancia y claridad.
- *Una existencia independiente de las tecnologías*, especialmente de aquellas que tienen vidas cortas. La disciplina tiene una longevidad de más de 50 años con ideas que siguen vigentes y con principios fundamentales que pueden ser enseñados e ilustrados sin estar atados al uso de una tecnología específica.

Y particularmente, entre sus contenidos específicos podemos encontrar:

- *Programación y algoritmos*, que permiten conocer cómo se desarrollan y deben concebirse los programas para que puedan ser ejecutados por computadoras y alcancen diversos objetivos, analizando además qué propiedades poseen.
- *Estructuras de datos*, que permiten razonar acerca de la manera en la que se elige organizar la información en los programas.
- *Arquitectura de computadoras*, que permite entender el diseño conceptual y operacional fundamental con que se elige representar e implementar una computadora.
- *Redes de computadoras*, que ofrecen formas de conectar y comunicar conjuntos de computadoras entre sí para el intercambio de información.

Además, entre las habilidades y competencias mentales que permite desarrollar encontramos:

- *Modelización y formalización*, que permiten representar elementos ideales o reales en términos de otros elementos conceptuales.
- *Descomposición en sub problemas*, que permite desarrollar la habilidad de poder representar un problema complejo como la composición de problemas más pequeños y fácilmente tratables, al punto de no requerir demasiado esfuerzo su resolución.
- *Generalización y abstracción de casos particulares*, que permite reconocer diferencias y similitudes entre un grupo arbitrario de elementos con el fin de destacar y construir una representación que reúna las características que son comunes a éstos.
- *Proceso de diseño, implementación y prueba*, que permite desarrollar las competencias necesarias para lograr comprender un problema, distinguir los elementos y propiedades fundamentales que lo componen, construir un modelo abstracto que lo represente, implementar de alguna forma concreta ese modelo para resolver determinados problemas, y finalmente llevar a cabo pruebas para verificar de diversas maneras que dicha implementación se corresponde con el modelo inicial y resuelve de forma correcta y conveniente los problemas planteados.

Es una oportunidad perdida que hasta el momento las CC no han sido incluidas en el currículum a impartir en las escuelas del país. Más aún, no se las reconoce en general como disciplina rigurosa y académica de vital importancia en el desarrollo intelectual de los estudiantes, siendo que las

herramientas y habilidades que provee perduran en la vida de los alumnos independientemente de los cambios tecnológicos que se vayan dando. Esto hace que esta combinación de principios, prácticas y creatividad sean extremadamente valiosos, y creemos que aquellos alumnos que posean estos conocimientos y habilidades tienen la posibilidad de conceptualizar y entender adecuadamente toda aquella tecnología basada en la computación, y por lo tanto están mejor preparados frente a los desafíos de la sociedad actual. **Deseamos entonces que todas estas competencias y habilidades lleguen a todos los estudiantes de las escuelas primarias y secundarias argentinas.**

## 4.2 La importancia de enseñar CC en las escuelas

En las escuelas actualmente se tratan ciencias como Historia, Geografía, Matemática, Física, Química, Biología, por nombrar sólo algunas. Si bien los conocimientos que brindan estas ciencias van variando a lo largo del tiempo, muchos de sus descubrimientos y fundamentos perduran en el tiempo.

Muchos países ya se están encargando de impartir contenidos de CC en las escuelas, y es por esto que existe sobrada evidencia que permite afirmar que:

- *Sus contenidos pueden enseñarse tanto en la escuela primaria como en la secundaria*, ya que las ideas y conceptos de la disciplina, con un adecuado enfoque didáctico, pueden ser accesibles, aun para niños pequeños<sup>12</sup>.
- *Constituyen un elemento fundamental dentro del desarrollo de las competencias de los estudiantes*, puesto que permiten un correcto entendimiento y mejor explotación de las tecnologías que manipulan a diario, mejorando la perspectiva de su futura inserción laboral.
- *Su abordaje resulta ineludible si se piensa en la competitividad y el crecimiento económico del país*. Como hemos visto, muchos países ya están al tanto de esto y están llevando a cabo políticas para salvar su ausencia en las escuelas durante los últimos años.
- *Representan una oportunidad para potenciar el aprendizaje de muchas otras asignaturas*, pudiendo evidenciarse esto en el desarrollo de un pensamiento computacional aplicable a la resolución de problemas.
- *Permitiría aumentar la motivación de los estudiantes con respecto al estudio de las TIC y la CC*, y al mismo tiempo otorgar una visión más acertada de lo que son en esencia.

Si bien es sabido que los conocimientos que proveen las CC poseen muchísima más estabilidad que los contenidos sobre herramientas, la computación suele ser asumida como sólo una herramienta para alcanzar objetivos de otras áreas, ciencias o materias, en lugar de ser reconocida como una ciencia y disciplina en sí misma (a esto suelen referirse muchos autores cuando hablan de “TIC en las aulas”).

Por otra parte, salvo excepciones como ocurrió con la enseñanza del Logo en los años 80, tradicionalmente su estudio fue postergado para un nivel universitario, y recién ahora se está pensando en su implementación para niveles anteriores. Existen evidencias de que incluso es posible comenzar desde la primaria<sup>13</sup>, para poder arrancar en el secundario cómodamente con temas más interesantes y de mayor profundidad y complejidad. Muchas herramientas didácticas hacen esto posible. Entre éstas podemos incluir software de programación inicial como Scratch, Alice, Kodu, Starlogo y Greenfoot, entre otros.

## 4.3 La utilización básica de herramientas concretas no es suficiente

*“Sus currículas en TIC se enfocan en enseñar cómo utilizar software, pero no dan ninguna pista acerca de cómo está hecho. Eso es simplemente tirar a la basura el gran legado en computación de su país.”*

Eric Schmidt, Google Chairman, dirigiéndose a las autoridades educativas del Reino Unido

Hemos visto que las CC proporcionan la base teórica para entender y trabajar con sistemas computacionales. Pero la pregunta es, ¿podemos utilizar y razonar de forma correcta sobre las

<sup>12</sup> El siguiente enlace posee material diseñado para enseñar computación científica a chicos de escuela primaria: [http://csunplugged.org/sites/default/files/books/CS\\_Unplugged-es-12.2008.pdf](http://csunplugged.org/sites/default/files/books/CS_Unplugged-es-12.2008.pdf)

<sup>13</sup> <http://www.formatex.info/ict/book/356-363.pdf>

tecnologías computacionales si sólo somos simples usuarios de ellas? Creemos que la respuesta es que no. Las características que poseen estos sistemas requieren que el usuario conozca al menos algo de teoría si pretende utilizarlos de manera segura y proactiva. Puesto que todo el tiempo debemos tomar decisiones tanto en el transcurso de su utilización como en la resolución de problemas aprovechando estos recursos, su naturaleza no se puede tomar a la ligera. Así como quien maneja seriamente un instrumento musical aprende fundamentos de música, los usuarios de computadoras deberían saber a qué se enfrentan cuando las utilizan.

Las TIC abarcan todos los ámbitos de la experiencia humana. Están en todas partes y modifican los ámbitos de las actividades cotidianas: el trabajo, las formas de estudiar, las modalidades para comprar y vender, los trámites, el aprendizaje y el acceso a la salud. Este grupo de conocimientos y herramientas son directamente aplicados bajo la forma de sistemas de información y redes de comunicación, en mayor parte digitales, con el fin de satisfacer necesidades específicas de distintos usuarios. Dado que cada vez más están inmersos en todas las actividades humanas, es de vital importancia para su correcta manipulación conocer los fundamentos básicos que los definen.

Contrastando las CC y las TIC podemos destacar que:

- Las CC son una disciplina que busca entender y explorar el mundo que nos rodea, tanto natural como artificial, en términos de la computación. Incluye principalmente, aunque no exclusivamente, el estudio, diseño e implementación de sistemas computacionales, y el entendimiento de los principios subyacentes a sus diseños.
- Las TIC incluyen la aplicación útil de sistemas computacionales para resolver problemas reales, como necesidades de negocios, instalación y configuración de hardware y software, evaluación de la usabilidad de la tecnología, etc. Es el uso productivo, creativo y exploratorio de la tecnología.

De esto se desprende que ambas disciplinas son complementarias. Las CC enseñan a los alumnos cómo entender y construir herramientas computacionales (software, por ejemplo), mientras que las TIC enseñan cómo darle un uso significativo a estas herramientas dentro del marco de la sociedad. Pero cabe destacar que esta observación tampoco es del todo acertada, dado que se enfoca mayormente en la computación como proveedora de tecnologías concretas, y la disciplina es mucho más amplia que esto.

Sobre esta línea, resulta apropiado considerar la necesidad de una enseñanza que no sea guiada exclusivamente por el sentido puramente utilitario de las herramientas. Más importante que las tecnologías informáticas en sí es que el estudiante pueda desarrollar su creatividad, espíritu crítico, forme valores y aplique los conocimientos en la práctica. Por esta razón, la necesidad de los individuos de estudiar TIC no debe estar solamente atada a las demandas sobre el manejo de ciertas herramientas concretas, dado que incluso estos requerimientos siempre van a variar a lo largo del tiempo.

Si bien son importantes las competencias mínimas para manipular herramientas y tecnologías informáticas simples, es conveniente promover un entendimiento real de lo que estas herramientas representan. Con esto no queremos decir que la formación de competencias sobre las herramientas que proveen las TIC no es fundamental, pero sólo representan habilidades básicas como lo son saber leer y escribir, por lo que no suponen ningún entendimiento crítico de lo que estas herramientas proveen, ni tampoco cómo funcionan y cuáles son sus límites y características. Así como aprender a leer y escribir no significa saber comprender textos, no debería confundirse el estudio de TIC con lo que un estudio de la computación ofrece. Por esto debería medirse hasta qué punto enseñar herramientas de TIC, para luego dar lugar a una educación en CC de mayor calidad, ofreciendo conceptos menos superficiales y más esenciales.

Por otra parte, si bien algunos de los conceptos de CC tal vez coincidan con los de un curso de TIC, otros son diferentes. Por ejemplo, la complejidad de los algoritmos es una idea fundamental en CC pero probablemente no sea presentada en un curso de TIC. Por eso las TIC y las CC deben tratarse cada una de manera diferente para entender cómo se complementan y así poder explotarlas con mayor facilidad.

En conclusión, cada vez más es derecho de las personas el poder acceder a tecnologías informáticas que son ubicuas, por lo que en las escuelas es fundamental impartir una alfabetización digital y maximizar los conocimientos de los estudiantes en el manejo de las TIC, para que puedan darle utilidad a las tecnologías que poseen en sus manos. Pero las TIC no son fines en sí mismas, por lo que es de vital importancia que exista un marco propicio para su correcto entendimiento mediante el estudio de CC.

Consecuentemente, esto último debe ser reconocido como parte del conjunto de asignaturas en las escuelas, adicional a la enseñanza básica sobre el manejo de las TIC.

#### 4.4 Pensamiento computacional

En general la creatividad requerida para modelar productos y procesos que son virtuales o abstractos aún no es totalmente reconocida por la mayoría de las personas. En la escuela generalmente se nos enseña a aplicar conceptos de manera directa sin analizar demasiado su justificación, y sólo comprobando que lo hacemos de la manera en que se nos pide hacerlo. Como destacamos anteriormente, la computación no está totalmente condicionada a los medios físicos en donde se aplica. Por el contrario, la resolución de problemas en computación combina pensamiento de tipo convergente (el anteriormente descrito) con pensamiento divergente, puesto que requiere el uso de alto grado de creatividad pero al mismo tiempo maximiza el uso de un pensamiento lógico.

Hasta el momento todos los argumentos a favor de la enseñanza de las CC en las escuelas estaban relacionados mayormente con el aprendizaje de sus contenidos. Pero la computación no sólo trata de aprender conceptos, sino que permite desarrollar una serie de habilidades genéricas que forman parte del llamado *pensamiento computacional*. Este término fue utilizado en un artículo de la ACM<sup>14</sup> por Jeannette M. Wing, directora del Departamento de Ciencias de la Computación en la Universidad Carnegie Mellon, en Pittsburgh, Estados Unidos. El artículo sugiere que pensar computacionalmente es una habilidad fundamental para todos, no sólo para científicos de la computación, y argumenta la importancia de aplicarla a otras disciplinas. Esta reconocida científica de la computación afirma:

*“Enseñar el pensamiento computacional no solamente podría inspirar a las generaciones futuras a entrar en el campo de las Ciencias de la Computación dada la aventura intelectual, sino que beneficiaría a la gente en todos los campos”*

En suma, como parte de este tipo de pensamiento se reconocen las siguientes competencias:

- *Analizar y organizar datos* de manera lógica.
- *Modelar y abstraer datos*, y diseñar presentaciones y simulaciones con los mismos.
- *Formular problemas* de tal forma que puedan ser resueltos por computadoras.
- *Identificar, probar e implementar soluciones* computacionales.
- *Automatizar soluciones* a través de un pensamiento algorítmico.
- *Generalizar y aplicar* este proceso a otros problemas de otras áreas.

Estas habilidades sumamente genéricas permiten desarrollar una manera única de pensar distintos asuntos, situaciones o problemas, que, en última instancia, fomentan un pensamiento altamente analítico que puede ser aprovechado para casi cualquier área.

Uno de los procesos clave del pensamiento computacional es la *abstracción*<sup>15</sup>, que específicamente se distribuye entre *modelar, descomponer, generalizar y clasificar*. A continuación explicaremos qué representa cada una de estas habilidades:

- La habilidad de modelar consiste en la representación de un objeto, problema o situación del mundo real, capturando los aspectos más importantes en relación a un propósito particular, omitiendo cualquier otro detalle. Por ejemplo, una persona puede ser representada a través de su nombre, número de documento y edad, si el objetivo es construir un sistema de información simple. Cualquier otro detalle de la persona no nos interesaría, como pueden ser color de ojos, altura, etc. Es por esto que cada propósito diferente requiere modelos diferentes, y tal vez incluso una misma situación requiera más de un modelo. Un ejemplo de esto es el desarrollo de una página web, que requiere tanto un modelo estructural (el contenido de la página y su organización dentro de ella) y un modelo de estilo (el aspecto puramente estético de la misma, como colores, tamaños de fuentes, etc.). Un navegador hace uso de ambos modelos cuando muestra una página web.

<sup>14</sup> <http://www.cs.cmu.edu/~wing/publications/Wing06.pdf>

<sup>15</sup> La abstracción es un proceso indispensable en computación y por eso posee una valoración especial dentro de este campo. Todas las actividades computacionales que se realizan requieren un alto grado de desarrollo de esta habilidad, incluso en distintos niveles de pensamiento.

- La habilidad de descomposición permite dividir un problema complejo en sub-problemas que son abordables con mayor facilidad y que luego son compuestos para formar la solución general. Por ejemplo, “armar un desayuno” puede ser descompuesto en “hacer un té, tostar pan, servir cereal”. A su vez, cada una de estas tareas individuales puede volver a ser descompuesta. “Hacer un té” puede ser descompuesto en “calentar la pava, buscar un saquito de té, buscar una taza”. Asimismo, también podemos entender un sistema en sentido contrario, analizando cada una de sus partes por separado, entendiendo cada una de las relaciones entre estas partes, y finalmente entender el sistema en su totalidad. Ambos acercamientos son válidos para poder manejar complejidad.
- La generalización es el reconocimiento patrones comunes para poder controlar complejidad, pero desde un ángulo distinto a la descomposición de problemas. Consiste en encontrar qué características son compartidas por una serie de elementos permitiendo explicitar cuáles los diferencian. Por ejemplo, si deseamos construir un procedimiento que dibuje cuadrados de distintos tamaños, lo que todos estos elementos tienen en común es el ser la misma figura, por lo que la forma de dibujarla será siempre la misma, salvo que variará qué extensión tengan sus lados. Entonces en este caso “ser cuadrado” será la característica que los define, y su tamaño será aquella característica que los diferencia. Esto permite, por ejemplo en programación, realizar una única tarea que dibuje cuadrados en general, pero que reciba como dato de qué tamaño el usuario querrá dibujar un cuadrado en particular. Así, el mismo código es utilizado en muchas partes distinta de un programa, pero sólo siendo escrito por única vez. Cualquier modificación realizada sobre dicho código se verá reflejada en todos los sectores en donde es utilizado. Si no hubiésemos generalizado dicha tarea, habrá una tarea distinta para dibujar cada cuadrado de distinto tamaño que deseemos dibujar. Por esta razón, podemos decir que la complejidad con respecto al entendimiento de lo que dicho programa realiza fue reducida en gran medida.
- La clasificación es un caso especial de la generalización, que se combina generalmente junto con el modelado. Es decir, también se enfoca en las características comunes de una serie de elementos y sobre esta base construye un elemento que representa exactamente estas características. Por ejemplo, si debemos representar una colección de triángulos, rectángulos y trapecios, pero nuestro propósito es sumar todas las áreas de dichas figuras, podemos pensar en modelar un elemento llamado “figura” que posea su área como atributo. Diremos que tanto los triángulos, rectángulos y trapecios son figuras, y eso es lo que todas tienen en común, aunque tal vez cada una posea otras características adicionales que las diferencian entre sí. Otra forma de razonar el proceso de clasificación es a través de qué operaciones pueden realizarse sobre una serie de elementos. Por ejemplo, los números pueden ser sumados, restados, divididos, entre otras operaciones, y por esta razón podemos idear un tipo de elemento llamado “número” que represente la posibilidad de realización de las operaciones características de elementos de ese tipo.

Todas estas habilidades fomentan la valoración de la elegancia, simplicidad y modularidad de las soluciones frente a la resolución de un problema utilizando la fuerza bruta. Por otra parte, el proceso de abstracción que involucra pensar en la mayoría de los casos en múltiples capas distintas, estimulando el desarrollo de distintos niveles de pensamiento en las personas. Por ejemplo, hace posible entender consecuencias de escalabilidad<sup>16</sup>, no sólo por razones de eficiencia sino también por razones económicas y sociales. El correcto entendimiento de la multiplicidad de capas de abstracción que las computadoras representan de manera implícita es algo que toda persona debería poder entender en mayor o menor medida.

El pensamiento computacional es algo que inevitablemente está invadiendo las demás disciplinas. No sólo científicos de la computación hacen uso de este tipo de pensamiento, dado que permite abordar y resolver problemas de distintas formas útiles. Esta es una habilidad que resulta muy útil para la sociedad actual, que constantemente debe lidiar con problemas de manipulación y organización de gran cantidad de datos. Por este motivo la estimulación del pensamiento computacional debería ser desarrollada en la escuela junto con habilidades como la lectura, escritura y manipulación aritmética, potenciando las habilidades analíticas de los estudiantes.

---

<sup>16</sup> Crecimiento en distintas escalas de sistemas informáticos. Por ejemplo, los programas no son pensados de igual manera si deben operar para un conjunto pequeño de usuarios o para miles de millones.

En conclusión, la formación del pensamiento computacional representa una actitud aplicable universalmente y un conjunto de habilidades requeridas actualmente por todos, incluyendo estudiantes y científicos de casi cualquier otra disciplina. Dado que las generaciones actuales se encuentran inmersas en la tecnología, deberíamos intentar enseñar a generaciones de jóvenes las razones detrás de estas nuevas tecnologías. Esto no es alcanzable sin enseñar ciencias de la computación.

#### 4.5 La relevancia de la programación

Los sistemas informáticos son desarrollados mediante lenguajes de programación, que son la forma de expresar procesos que sean interpretados por computadoras. La programación es una disciplina que requiere el desarrollo de una capacidad relativamente alta de abstracción en distintos niveles, y por otra parte, los conocimientos que provee son independientes de cualquier computadora o implementación tecnológica concreta.

Si bien las CC son más que la programación de computadoras, ciertamente la programación es fundamental para estas ciencias. Desde lo educativo, la programación fomenta la creatividad, el pensamiento lógico, la precisión en la resolución de problemas, y permite desarrollar un aprendizaje y pensamiento requerido actualmente por otras materias en las escuelas. Es por esto que debería ser impartida en las escuelas, siendo uno de los puntos clave a ser tomados en cuenta para un aprendizaje significativo de lo que las CC tienen para ofrecer a los estudiantes.

La programación permite materializar la idea de *abstracción*, e incluso dentro de esta actividad se demuestra qué tan útil es dominar esta idea. El pensamiento computacional entonces también se hace concreto cuando aprendemos a programar. En esta disciplina se toman habilidades del pensamiento computacional mediante una explotación al máximo de las computadoras, permitiendo a los estudiantes crear nuevo software por su cuenta, en lugar de tan sólo consumir lo que otros producen. Es por esto que en el desarrollo de esta habilidad también se potencia la creatividad y la innovación en la mente de los jóvenes, y les permite descubrir nuevos horizontes y posibilidades que hasta ese momento no concebían<sup>17</sup>.

Aunque el software en realidad sea invisible e intangible, es uno de los productos más complejos creados por el ser humano, y que las personas entiendan verdaderamente lo que estos sistemas representan es uno de los desafíos más grandes de esta sociedad. En este sentido, la programación se vuelve una herramienta que nos libera de ser simples usuarios pasivos de los programas para pasar a ser actores que puedan entender qué cosas es posible realizar con la programación, y cómo es que son realizadas, aunque el individuo no utilice la programación directamente.

A grandes rasgos la programación permite mejorar el razonamiento y la apreciación de cómo funciona el mundo digital en donde estamos cada vez más inmersos. Por esta razón, el aprendizaje de la programación en las escuelas no debería estar dirigido simplemente a conocer un poco de algún lenguaje específico, sino que se debería poner suficiente foco en desarrollar el pensamiento computacional en distintos niveles y de formas diferentes. La programación incluso podría convertirse en un conocimiento general de esta sociedad, análogamente a por ejemplo aprender en la escuela a construir y resolver ecuaciones matemáticas simples.

En la mayoría de los trabajos las personas deben lidiar con personal de sistemas informáticos y profesionales de computación, y si desean especificar sus necesidades con mayor precisión estas habilidades les serán de gran utilidad.

#### 4.6 Sobre motivación y vocaciones

Es importante notar que el foco del problema no se encuentra sólo en que los estudiantes deberían poseer más conocimientos técnicos y formar mejores habilidades, sino que existe una falta de interés generalizada en carreras afines a la computación. Muchos estudiantes no se encuentran motivados por la forma que se les presentan las TIC en el aula ya que en general sólo se las presenta como la mera utilización de herramientas específicas o el entendimiento de definiciones y términos técnicos, la mayoría obsoletos a mediano plazo.

<sup>17</sup> En el siguiente link es un reportaje de Televisión Española a niños de 9 y 12 años que programaron sus propios videojuegos. <http://www.rtve.es/alicarta/videos/zoom-net/zoom-net-ninos-programadores-videojuegos/543783/>

Los estudiantes necesitan vivir experiencias que los motiven y despierten sus intereses, no sólo dentro del marco de una clase, sino también en ámbitos significativos dentro de sus vidas. Estas experiencias deben revelarles la satisfacción de resolver un problema, de encontrar patrones en diversos fenómenos, de sentirse curiosos por preguntas interesantes, o simplemente de diseñar, de crear y de inventar. Deberían tener la posibilidad de ser capaces por ellos mismos de ser científicos y profesionales que manipulan tecnología. Esto sólo puede ser logrado si poseen pruebas de que sus vidas pueden conectarse con lo que trabajan en esta ciencia.

Todos los estudiantes deberían poder obtener bases conceptuales en computación, independientemente de la carrera que hayan elegido. Además, debemos inspirar a los estudiantes para que se sientan motivados a obtener conocimientos relacionados a la disciplina e incentivarlos a que decidan si desean seguir o no una carrera relacionada con todos los elementos. La preparación incluye la construcción de conocimientos y habilidades, mientras que la inspiración involucra experiencias significativas que permiten a los estudiantes enfrentarse con problemas de la disciplina.

Es importante para los jóvenes tener experiencias motivadoras en ciencias mientras son más chicos, en la escuela primaria o primeros años de secundaria, para capturar su interés y despertar tal vez una pasión por la ciencia. El aprendizaje de CC en las escuelas permitiría (aunque no de manera tan profunda como en el nivel universitario):

- Descubrir las potencialidades y limitaciones de los sistemas computacionales.
- Interpretar la complejidad computacional que requiere un problema dado (tiempo y espacio que necesita)
- Abordar fundamentos matemáticos como la lógica matemática, teoría de conjuntos, teoría de grafos, métodos numéricos, entre otros. El aprendizaje de estos temas ayudaría enormemente al entendimiento de la matemática en las escuelas.
- Comprender desde otro ángulo conceptos tales como lenguajes formales, modelos abstractos, sistemas de representación de datos, entre otros.
- Generar de un pensamiento académico idóneo para enfrentar cambios tecnológicos y desafíos de nuestra sociedad, satisfaciendo necesidades y requerimientos actuales de la misma.
- Desarrollar una capacidad de investigación de temas afines.
- Desarrollar un tipo de pensamiento adicional a los generados por otras áreas del conocimiento.

Aunque en algunas escuelas existen asignaturas sobre informática y TIC en las escuelas, en la mayoría de los casos no dan un panorama acertado. Si CC fuese dada en las escuelas, los estudiantes que terminan la escuela media tendrían más información para decidirse por estudiar carreras afines a la computación. Que no se transmitan en ningún momento conocimientos de esta ciencia impide a los alumnos conocer su existencia, por lo que no es esperable que egresados de la escuela media continúen una carrera científica de esta índole. Asimismo, los ingresantes a carreras afines a la computación deberían poseer información suficiente para saber de qué tratan exactamente estas carreras, ya que muchos de sus contenidos poco tienen que ver con la mera utilización de herramientas informáticas promovidas en las escuelas.

Reconocemos que existen esfuerzos por cambiar esto. Tres millones de netbooks puestas en manos de jóvenes de todo el país significarán un nuevo e inédito mundo de posibilidades, pero en cuanto a los objetivos referidos a la integración de las TIC en la escuela, no está definido aún cómo explotar al máximo los recursos computacionales más allá del uso de herramientas específicas que auxilien a la enseñanza de distintas materias. Creemos que las computadoras deben ser concebidas como herramientas de creación, no sólo de contenidos estáticos como videos o audio, sino de soluciones a problemas de la vida diaria. Permitir a los jóvenes no estar atados únicamente al software que desarrollan terceros los incentiva a concebirse a sí mismos como sujetos activos y de gran potencial.

## 5 Propuestas

La incorporación de una correcta enseñanza de las CC implica un proceso complejo, puesto que la problemática no es sólo requiere contar con equipos y tecnología adecuada sino también con enfoques didácticos que pongan a los estudiantes en contacto con las formas de producción del conocimiento computacional, como un medio para la adquisición de este tipo de saberes.

Los objetivos principales de un curso de CC serán:

- Proveer conocimientos y habilidades útiles y fundamentales para que los estudiantes se sientan cómodos trabajando con computadoras durante las actividades que llevan a cabo todos los días, y puedan aprovecharlas.
- Lograr que los estudiantes desarrollen estrategias de pensamiento computacional que pasen a formar parte de su bagaje conceptual y cognitivo.
- Dar un panorama de lo que verdaderamente son las ciencias de la computación, para que los estudiantes sepan realmente de qué tratan y eventualmente puedan considerar proseguir estudios superiores en temas relacionados.

### 5.1 Enfoque didáctico general

En general, todos los reportes que proponen soluciones a este problema coinciden en que para mejorar la educación en CC debemos tanto preparar como inspirar a los estudiantes.

Creemos que la educación en general debe basarse en una serie de premisas didácticas que estimulen la curiosidad intelectual, el pensamiento crítico, la creatividad, la autonomía para resolver situaciones y problemas, la toma de decisiones racionales basadas en evidencias, el logro de aprendizajes con comprensiones profundas, el trabajo colaborativo y cooperativo, el trabajo en proyectos interdisciplinarios y la instrucción entre pares.

Todas estas premisas requieren un nuevo tipo de contrato didáctico donde los estudiantes sean estimulados a trabajar con autonomía, a formular y emitir sus propias opiniones y puntos de vista, a poder reflexionar y autoevaluar sus propios aprendizajes, a no tomar cualquier afirmación por cierta sin evaluarla críticamente, a aceptar sólo la autoridad de los hechos basados en evidencias, a poder valorarse como personas y como productores creativos de conocimiento, a valorar el trabajo colaborativo y cooperativo, a trabajar en proyectos interdisciplinarios, a contar con espacios para explicar sus ideas a sus compañeros y escuchar las ideas de los demás.

Para esto es necesario contar con instituciones que fomenten este tipo de ambientes donde puedan cultivarse este tipo de prácticas. Esto implica tener reglamentaciones que garanticen espacios y tiempos para trabajar de esta forma, tener directivos que apoyen y fomenten este tipo de prácticas y docentes convencidos que quieran y puedan llevarlas adelante en las aulas.

Por todas estas razones, el enfoque didáctico general debería estar dirigido a través de los siguientes elementos clave:

- *Motivación* (a través de experiencias intensas, novedosas, sorprendentes).
- *Trabajo a través de resolución de problemas*, que promuevan un trabajo de exploración y descubrimiento.
- *Trabajo en equipo*.
- *Incentivación de la participación activa*.
- *Trabajo destinado a reforzar la autoestima de los estudiantes*.
- *Involucrar la máxima cantidad de abordajes posibles a los distintos contenidos*.
- *Autogestión del aprendizaje*.
- *Capacidad de analizar lo aprendido*.
- *Instrucción entre pares*<sup>18</sup>.
- *Aprendizaje como aprendices, a través de ejemplos*

<sup>18</sup> <http://mazur.harvard.edu/research/detailspage.php?rowid=8>

Uno de los elementos clave en la implementación cualquier posible propuesta debe ser la motivación de los alumnos. Es por esto que los distintos problemas o ejemplos deben evocar situaciones que sean altamente significativas para los estudiantes, generando así ganas suficientes como para estimularlos a explorar ideas y tecnologías.

Proponemos la resolución de problemas como forma de acercarnos a los conceptos. Creemos que los conceptos deben surgir del trabajo de resolver problemas, a través de la exploración y el descubrimiento, y no al revés, ya que si se exponen los conceptos previamente, estos inicialmente no tienen razón de ser. Además, no queremos que los estudiantes aprendan sólo a resolver actividades sin alcanzar ninguna meta superior en el camino.

La forma de trabajar con problemas debe ser en equipos, incentivando el trabajo colaborativo. Esto implica que los docentes deben tener un rol activo en la conformación de los equipos y en la difusión de técnicas de trabajo grupales, otorgando roles dentro de los equipos, asegurándose que todos los integrantes pasen por los distintos roles. Las técnicas de trabajo grupal deben ser aprendidas por los alumnos.

Todos los estudiantes deben participar activamente y los profesores deben incentivarlos en ese sentido, trabajando especialmente en reforzar la autoestima de los más tímidos o con menos confianza en sí mismos.

Los contenidos deben poder abordarse desde variados puntos de vista y diferentes registros facilitando la apropiación y el trabajo de los estudiantes según los distintos estilos cognitivos.

De cada problema resuelto es fundamental que entre los estudiantes desarrollen la capacidad de evaluar por sí solos el grado de corrección de cada solución. También será muy importante que aprendan a compartir y discutir soluciones, estando obligados a poder exponerlas al análisis crítico de sus compañeros y a su vez aprendiendo a escuchar y criticar las soluciones de sus compañeros.

El trabajo entre pares es una herramienta por demás aprovechable dentro de la disciplina. Busca lograr un equilibrio entre clases teóricas puramente expositivas, donde frecuentemente los estudiantes van perdiendo el hilo de las argumentaciones y terminan en el mejor de los casos copiando mecánicamente lo que escribe el profesor en el pizarrón, y las clases donde se trabaja resolviendo problemas y los conceptos son el resultado de discusiones grupales moderadas y guiadas por el profesor.

El trabajo como aprendices es especialmente aplicable a situaciones como el estudio de la computación donde es imposible sustraerse a la mediación de la tecnología, pero que a la vez esta impone una barrera frente a los desarrollos conceptuales que es preciso superar.

Más que ninguna disciplina en Computación debe ganarse la habilidad de poder manipular y construir conocimientos de la disciplina, para ponerlos a prueba y entenderlos con eficacia.

Con respecto a los contenidos específicos a impartir recomendamos para los docentes poner atención constante en:

- Qué contexto debe formarse para motivar a gran parte de los alumnos
- Habilidades que ganarán a lo largo de un curso
- Las ideas abstractas subyacentes a cada práctica

Durante las clases también es beneficioso que se reflexione sobre lo aprendido, demostrando qué tan abstractos son los temas vistos y qué tan útiles a la vez.

## 5.2 Enfoque didáctico particular

Los cursos deben tener como principal expectativa de logro el proveer una visión acerca de *qué es la Computación*, fomentando el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en este proceso y no sólo presentando temas específicos. Se debe hacer gran énfasis en que estas habilidades computación no solamente aquellas que intervienen en el manejo de programas informáticos, sino que se basan en competencias que son abstractas. Por este motivo resulta fundamental hacer gran énfasis en el concepto de *abstracción* como elemento clave de la Computación.

Si queremos que esto sea aplicable en un tiempo relativamente corto debemos “paquetizar” un modelo de varios e instruir a profesores para sepan dictarlos, aunque conociendo en mayor o menor medida el panorama general en donde se encuentran inmersos. Al ser una disciplina aún compleja de impartir, no podemos dejar esto librado al azar y al criterio de cada profesor.

Daniel García<sup>19</sup>, un reconocido educador de las Ciencias de la Computación en los Estados Unidos, propone encarar las clases de la siguiente manera:

- *Presentar problemáticas y generar discusiones*, es decir, casos del mundo real, historias, etc., que motiven a los estudiantes para acercarlos a un entendimiento de lo que es el mundo real y que no estén alejados del mismo aprendiendo herramientas sin encontrarles antes alguna utilidad o fin. En esta etapa se genera gran parte de la motivación.
- *Trabajar en forma de laboratorio/taller* para presentar todos los contenidos específicos. Esto permite que la teoría de las herramientas que deben aprender y la práctica con dichas herramientas se trabaje de manera conjunta, perdiendo menos tiempo, haciendo menos tedioso el aprendizaje y resultando más motivante al probar conceptos rápidamente.

Usualmente en sus cursos se dedica en tiempo entre 20 y 30% a la parte de clases tradicionales y discusiones, y entre un 70 y 80% a la parte de laboratorio (aunque esto siempre dependerá de cuántas horas tenga el curso).

Creemos que esta división entre un espacio para motivar y un laboratorio para aprender lo específico es simple y clara, y se corresponde con el enfoque que deseamos también para los cursos que se dicten en el país. En algunos videos<sup>20</sup> hay más explicaciones sobre cómo llevar a cabo las clases y qué decisiones tomar cuando hay que elegir entre profundizar contenidos o avanzar con otros.

Por otro lado, la forma de evaluación se realiza a través de proyectos en los que se desarrolla algo que tenga sentido y sea motivante para los estudiantes, como por ejemplo un juego. En sus cursos también se realizan trabajos de investigación.

Sobre esta línea, observar la innovación representada en nuevas tecnologías también es un medio para motivar. Sería una buena idea crear proyectos de investigación en las escuelas relacionados a esto. Además, debemos crear oportunidades para que los alumnos, tanto de manera individual como grupal, puedan explotar las capacidades que vayan adquiriendo (competencias, premios, etc.).

De manera similar, recomendamos que las clases sean guiadas por grandes temas motivantes de la Computación, donde el objetivo será realizar un paseo que permita introducir temas mientras se analizan distintos campos de la disciplina. Dentro de estas grandes ideas podemos mencionar:

- Ubicuidad del software
- Aplicaciones que cambiaron al mundo
- Cómo funcionan los videojuegos
- Inteligencia artificial
- Implicancias sociales de la Computación (el poder de la información y manejo de grandes cantidades de datos, por ejemplo)
- Cómo funcionan las redes sociales
- Computación en la nube
- Límites de la Computación
- Pensamientos sobre el futuro de la Computación
- Computación aplicada a temas de interés como automóviles, salud, televisión, películas, etc.
- Discusiones sobre el poder de la abstracción en la disciplina.

Será de gran utilidad proponer tutores, que posiblemente puedan ser alumnos que avancen con mayor velocidad en el mismo curso.

Además del trabajo en las aulas sería interesante proveer cursos extra-escolares a alumnos avanzados que deseen seguir ampliando sus conocimientos. Esto le quitaría un peso de encima al profesor dado que no tendría que estar atento a que dicho alumno se estanque y no siga aprendiendo. Esto permitiría además al profesor prestar más atención a aquellos que requieran más ayuda.

<sup>19</sup> Un ejemplo de uno de sus cursos puede verse en: <http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs10/fa09/>

<sup>20</sup> y <http://inst.eecs.berkeley.edu/~selfpace/>

Sería interesante también que los estudiantes puedan explotar sus conocimientos en computación para la resolución de problemas en actividades de otras asignaturas.

### 5.3 Ideas y contenidos para las distintas edades

Esta sección está fuertemente inspirada en el reporte [13], el cual reconocimos estructurado conforme a nuestras ideas.

Dentro de las propuestas de cursos ponemos énfasis en conceptos fundamentales en lugar de temas populares de actualidad, como computación en la nube, teléfonos celulares y redes sociales. Si bien son temas importantes, y juegan un papel fundamental a la hora de ilustrar la aplicación de las CC, forman parte de cómo es la tecnología actual, que tiende a variar de forma constante, por lo que no forman parte de los principios fundamentales de lo que la Computación es en esencia.

Sería adecuado dividir los años escolares en 4 grupos (indicando años de edad pertenecientes a cada franja):

- *Franja 1*, 1ro a 3er año de primaria (6 a 8 años)
- *Franja 2*, 4to a 6to año de primaria (9 a 11 años)
- *Franja 3*, 1ro a 3er año de secundaria (12 a 14 años)
- *Franja 4*, 4to a 6to año de secundaria (15 a 18 años)

A su vez dividimos los conocimientos y habilidades relativos a Ciencias de la Computación y los que pertenecen la habilidad de manipular de forma idónea las TICs (refiriéndonos a tecnologías más concretas).

#### 5.3.1 CC

Dentro de lo que un alumno debería saber sobre CC podemos encontrar conceptos y habilidades acerca de algoritmos y programas, la naturaleza de los datos y su representación en computadoras, la naturaleza misma de las computadoras y nociones de redes y las características esenciales de Internet. Además sugeriremos algunos temas más avanzados relativos a cada una de las áreas que acabamos de mencionar.

##### 5.3.1.1 Algoritmos

Todo alumno debería entender qué es un algoritmo y qué papel juegan en la Computación.

###### *Franja 1*

- Los algoritmos son conjuntos de instrucciones para alcanzar objetivos, formados por instrucciones básicas pre-diseñadas.
- Un algoritmo puede presentarse por ejemplo como un texto narrativo.
- Permiten describir problemas de la vida real que los humanos delegan a las computadoras.
- A las computadoras deben brindársele instrucciones de manera más precisa que a los humanos.
- Un paso individual puede repetirse muchas veces, y un paso puede dividirse a su vez en pasos más pequeños.

###### *Franja 2*

- Los algoritmos pueden tener alternativas y repeticiones condicionales.
- Los algoritmos pueden ser descompuestos en partes que los componen, en forma de procedimientos que a su vez también son algoritmos.
- Los algoritmos deben definirse de manera precisa y sin ambigüedades y debe tenerse precaución con lo que se está describiendo para evitar errores y expresar la solución que se considere correcta.
- Los algoritmos son codificados de acuerdo a un plan y luego probar si lo que resulta se corresponde con el plan inicial. Debemos corregir el algoritmo hasta que se corresponda con el plan deseado.

- Es más fácil planear, probar y corregir algoritmos si se descomponen en partes que sean mejor manejables.

#### *Franja 3*

- Un problema puede ser resuelto por distintos algoritmos, aunque se escoge una solución en base a las características adicionales que se deseen (eficiencia, complejidad, legibilidad, etc.).

#### *Franja 4*

- La codificación de un algoritmo se ve influenciada por estructuras de datos elegidas y los tipos de valores que manipulen.
- Existen algoritmos conocidos para resolver distintos problemas (ordenamiento y búsqueda, por ejemplo). El uso de estos algoritmos simplifica el problema de encontrar una solución.
- Los algoritmos poseen distintas propiedades que podemos estudiar (complejidad, eficiencia, consumo de espacio, etc.).

### 5.3.1.2 Programas

Todo alumno debería saber qué es un programa, cómo se desarrollan y qué características pueden poseer.

#### *Franja 1*

- Las computadoras son controladas por programas.
- Un programa es una descripción que se ejecuta en una computadora, donde existe una persona llamada programador que se encarga de formular esta descripción.
- Las computadoras no poseen inteligencia, sólo siguen lo que el programa les indique.
- Los programas permiten aprovechar las capacidades de las computadoras.
- Los programas pueden recibir datos para manipularlos y producir efectos u otros datos.

#### *Franja 2*

- Los programas indican el comportamiento de una computadora.
- Un programa es un conjunto de sentencias escritas en un lenguaje de programación.
- Las sentencias son ejecutadas por la computadora, y existen formas de indicar qué sentencia ejecutar para una condición dada.
- Existen mecanismos para repetir los efectos de una sentencia, utilizando algún valor para controlar cuánto se repetirá.
- Los programas pueden representar modelos y simulaciones que permiten contestar cuestiones y problemas humanos (por ejemplo, qué persona es la de mayor edad de una lista, cuántos animales hay en una granja, cuál es el promedio de las notas de un determinado alumno).
- Los programas pueden manipular distintos tipos de datos, como números, palabras, valores de verdad, colores, etc.
- Los programas no poseen ambigüedad y debe tenerse cuidado para evitar errores.
- Los programas son desarrollados en base a un plan para poder comprobar si el programa se comporta de la manera buscada. Los programas son corregidos si no cumplen con lo que se espera de ellos.
- Los programas no sólo son interpretados por computadoras sino que en la mayoría de los casos existirá otro ser humano que también leerá su código. Un programa bien escrito también posee comentarios en lenguaje natural para que leerlos resulte más ameno.
- En los programas podemos encontrar comandos y expresiones, los comandos tienen por objetivo generar efectos y las expresiones denotar valores.
- Los programas poseen datos que son constantes y datos que son variables.

#### *Franja 3*

- Un programa puede ser diseñado para responder de manera inteligente ante el usuario.

- En los programas utilizamos distintos tipos de abstracciones para poder ordenar la forma en la que los codificamos: parametrización, división en distintos procedimientos y funciones, división en módulos.
- Los programas también se documentan para describir qué características y funcionalidades poseen, de manera tal de poder indicar al usuario cómo operar.
- Los programas pueden contener distintos tipos de errores, que pueden ser errores de tipos, de sintaxis y de ejecución.
- Los procedimientos de los programas poseen precondiciones y postcondiciones.
- Los programas pueden ofrecer distintos tipos de interfaces: web, de escritorio, para dispositivos móviles, etc.

#### *Franja 4*

- Los programas pueden contener estructuras de datos para organizar la manera en la que acceden a la información que manipulan.
- Los programas generalmente son escritos en un lenguaje de alto nivel, que luego transformado a un lenguaje de bajo nivel que la computadora sabe interpretar.
- En la tarea de escribir programas constantemente estamos representando información de nuestro entorno, y eligiendo qué información es relevante y cuál no para resolver un determinado problema.
- Existe por un lado la especificación de un programa y por otro la implementación de dicha especificación.
- La forma en la que implementemos una determinada especificación muchas veces depende del lenguaje de programación que elijamos. Existen lenguajes que facilitan esta tarea y lenguajes que poseen características que la vuelven más compleja.

#### 5.3.1.3 Datos

Todo alumno debe conocer cómo se representan datos en las computadoras y en los programas.

#### *Franja 1*

- La información puede ser almacenada y expresada en distintas formas: números, texto, video, audio, imágenes, etc.
- Las computadoras utilizan un sistema binario para almacenar la información.
- El sistema binario provee directamente información útil distinguiendo la presencia o ausencia de algo, lo que permite tomar decisiones.

#### *Franja 2*

- Un determinado tipo de información puede ser almacenada en distintos formatos.
- Las computadoras de hoy día transforman almacenan la información en forma de 0s y 1s.
- Los datos pueden ser almacenados en forma de tablas con filas y columnas. Las tablas pueden ser utilizadas para resolver consultas.
- Los datos almacenados pueden contener errores.
- La información más importante debe ser almacenada con mayor seguridad.

#### *Franja 3*

- La forma en que almacenemos los datos condicionará la forma en que los accedamos.
- Representación de los datos (números expresados en binario, texto como una cadena de caracteres donde a su vez cada carácter posee un código, imágenes como mapas de bits, etc.).
- La forma en que la computadora almacena datos es significativa para sí misma, pero nosotros elegimos interpretarla de maneras que son significativas para nosotros, por lo que la información se transforma de manera constante.
- Diferentes formatos persiguen diferentes propósitos (compresión, edición, fidelidad, etc.).

#### Franja 4

- Existen problemas al utilizar representaciones discretas (representación de números reales por ejemplo).
- Manipulación de estructuras de datos (arreglos, listas, diccionarios, pilas, colas, árboles de búsqueda, etc.).
- Grandes cantidades de información son almacenadas en bases de datos que se encargan de organizarla de manera eficiente y que permiten realizar consultas.
- Manejo de lenguaje declarativos para realizar consultas a bases de datos (SQL por ejemplo).

#### 5.3.1.4 Computadoras

Los alumnos deberían conocer los componentes propios de un sistema computacional actual y cómo se relacionan entre sí (su arquitectura). Además qué usos poseen y qué nos permiten resolver.

##### Franja 1

- Las computadoras son dispositivos electrónicos, como la televisión, una calculadora, etc.
- Las computadoras tienen dispositivos que permiten comunicarnos con ellas.
- Las computadoras poseen dispositivos internos que se encargan de llevar a cabo distintos procesos.
- Muchos dispositivos actualmente son o contienen computadoras.

##### Franja 2

- Las computadoras son máquinas que ejecutan programas.
- La computadora permite ejecutar tareas y resolver problemas.
- El sistema operativo es un programa que se encarga de administrar los recursos de la computadora y de proveer formas básicas de operar utilizarla.
- Las computadoras generalmente poseen una unidad de procesamiento, memoria volátil y memoria persistente. Esto forma parte de los recursos físicos que posee la computadora.
- Los programas y los sistemas operativos almacenan datos tanto en memoria volátil como memoria persistente.
- Existe una variedad de sistemas operativos y componentes físicos que forman computadoras.

##### Franja 3

- Las computadoras poseen poder de cómputo y capacidad de almacenamiento de datos.
- Las computadoras pueden simular que ejecutan más de una instrucción a la vez, cambiando el programa que ejecutan rápidamente.
- Existe un proceso llamado ciclo de instrucción.
- Las computadoras ejecutan un conjunto de instrucciones que permiten escribir y leer de memoria, sumar números, etc. Este conjunto de instrucciones es lo que verdaderamente ejecuta la computadora.

##### Franja 4

- Las computadoras están diseñadas con compuertas lógicas.
- El código de los programas es procesado por compiladores e intérpretes, que son los encargados de transformarlos en instrucciones que la computadora puede ejecutar.
- Existen sistemas distribuidos de computadoras.

#### 5.3.1.5 Redes de computadoras e Internet

Los alumnos deberían entender de qué tratan las redes de computadoras y cómo la información es transportada por estos medios.

##### Franja 1

- Internet contiene una vasta cantidad de información.
- Un navegador es un programa que nos permite visualizar sitios web.
- Los sitios poseen un nombre para poder acceder fácilmente a ellos.
- Los sitios se entrelazan entre sí mediando hipervínculos.
- Los sitios pueden presentar sonidos, imágenes, videos.

#### *Franja 2*

- Internet es una colección de computadoras interconectadas, donde pueden compartir información.
- Internet no sólo son páginas web, sino que las computadoras pueden transferirse información de distintos tipos (como la hora de una determinada región, archivos, etc.).
- Esta red de computadoras está formada por distintas tecnologías físicas, cables, antenas, etc.
- Existen múltiples dispositivos conectados a Internet.
- En Internet podemos encontrar una arquitectura llamada cliente-servidor, donde los servidores ofrecen información a pedido de los clientes.
- Existen distintos tipos de servidores, uno de ellos es el servidor web, que ofrece páginas web.
- Los servidores son programas alojados en computadoras.

#### *Franja 3*

- Para poder entender e implementar redes de computadoras se diseñó un modelo de capas.
- Existen servicios y dispositivos que utilizan protocolos para comunicarse. Los protocolos establecen formas de entablar diálogos.
- Cada capa se encarga de resolver una tarea en particular y delega trabajo a capas inferiores y superiores.
- La información es segmentada al transportarse por una red, de tal forma de poder transmitirla de manera conveniente.
- Las aplicaciones se comunican a través de puertos que les son asignados.
- Dado que la información transmitida por la red puede contener errores por distintas razones existen mecanismos para controlar esto.
- La información que se considera privada y extremadamente importante se codifica para que no cualquiera pueda interpretarla fácilmente (información bancaria por ejemplo).
- Existen distintas clasificaciones que describen distintos tipos de redes de computadoras (topología por ejemplo) y distintas formas de comunicaciones (punto a punto, broadcast, etc.).

#### *Franja 4*

- Un servidor puede delegar la información en múltiples nodos que procesan información en paralelo.
- Las computadoras y dispositivos de la red son identificados como dispositivos físicos y como dispositivos lógicos.
- La información que viaja por la red es encaminada de distintas maneras. Existen dispositivos encargados de llevar esto a cabo.
- Todo lo que viaja por la red en última instancia tiene carácter físico, y existen dispositivos que convierten procesan y transforman esta información para convertirla en datos lógicos.
- Existen mecanismos de encriptación y seguridad que permiten establecer comunicaciones seguras entre dos computadoras (simétricos y asimétricos).

#### 5.3.1.6 Temas avanzados

Los temas avanzados son aquellos que si bien son parte de un buen diseño curricular de CC, dependerán de cada escuela, qué orientación posee y qué tan avanzado viene el curso.

Entre los temas avanzados más importantes podemos destacar:

- Programación concurrente y distribuida
- Gráficos por computadoras.
- Grafos.
- Robótica
- Lenguajes e ideas avanzadas de programación: como patrones de diseño de POO, o esquemas de recursión de programación funcional.
- Conceptos acerca de chequeo de tipos en lenguajes de programación.
- Desarrollo de aplicaciones empresariales.
- Desarrollo para dispositivos móviles.
- Estructuras de datos más complejas.
- Manejo de punteros y manipulación directa de datos de la memoria.
- Diferentes representaciones numéricas (binaria con signo, complemento a dos, punto flotante, hexadecimal, etc.).
- Bases de datos no relacionales.
- Sistemas de tiempo real.
- Memoria Caché
- Sistemas con múltiples procesadores.
- Problemas indecidibles.
- Clases de complejidad P y NP.

### 5.3.2 Competencias digitales y TIC

Las competencias relativas a la manipulación de tecnologías abarcan desde aprender a operar con computadoras, manipular software con distintos propósitos, utilizar de forma segura tecnologías para la comunicación de información, etc. A continuación expandiremos lo que consideramos que sería conveniente que los alumnos aprendan en el transcurso de materias de este estilo.

#### 5.3.2.1 Manipulación y configuración de aplicaciones

En el transcurso de la escuela deberían presentarse múltiples aplicaciones con distintos propósitos, de manera tal que cada alumno reciba un pantallazo general de muchas de las herramientas que puede tener a su disposición.

##### *Franjas 1 y 2*

- Correr un programa.
- Nociones sobre la manipulación en general de distintas interfaces gráficas.
- Software de edición de imágenes simple (estilo Paint).
- Atajos por teclado para ejecutar acciones.
- Ejecución de comandos básicos en una consola (por ejemplo, de manipulación de archivos).

##### *Franjas 3 y 4*

- Herramientas colaborativas (wiki, foros, listas de correo, redes sociales).
- Herramientas de almacenamiento en la nube (del estilo de google drive, dropbox, etc.).
- Software de procesamiento de texto, planillas de cálculo y de presentación.
- Edición de archivos de configuración de programas (en lugar de configurarlos de forma gráfica).
- Software de edición de imágenes vectoriales y de mapas de bits.
- Software de creación de mapas conceptuales y cuadros sinópticos.

- Documentos escritos con lenguajes de marcado.
- Software de edición de videos.
- Manipulación y presentación de formatos imágenes, audio y videos.
- Compresión de archivos.
- Software de encriptación.
- Software de modelado en 3d.
- Utilización de software para montar una base de datos y realizar consultas.
- Versionado de archivos (por ejemplo svn o git).
- Utilización de software para montar máquinas virtuales.

### 5.3.2.2 Redes y Navegación por la web

Los alumnos deberían aprender a utilizar computadoras inmersas e interconectadas en forma de redes.

#### Franjas 1 y 2

- Descargar contenidos de la web.
- Búsqueda de información por la web.
- Utilización de un navegador web.

#### Franjas 3 y 4

- Configuración de dispositivos y herramientas como routers, firewalls, etc.
- Montar distintos servidores (ftp, web, etc.).
- Acceso remoto y ejecución de tareas de forma remota.

### 5.3.2.3 Dispositivos y medios físicos

Los alumnos deberían ver algunos de los dispositivos y tecnologías físicas más comunes.

#### Franjas 1, 2 o 3

- Tipos de soportes de almacenamiento de información (memoria RAM, discos rígidos, DVDs, pendrives, etc.).
- Tipos de entradas de transmisión de datos (usb, mini-usb, dvi, hdmi, etc.).
- Utilización y configuración de dispositivos como impresoras, cámaras digitales, fotocopiadoras, etc.

## 5.4 Descripción de posibles herramientas

---

Es importante no utilizar sólo una herramienta, sino muchas, para maximizar la comprensión de los conceptos que se presenten en clase desde múltiples enfoques distintos. *Mucho material y recursos educativos están disponibles de forma libre y gratuita*, o al menos libres de uso para propósitos educativos (incluyendo a los alumnos en sus casas).

A continuación enumeramos herramientas de programación que se corresponden con el enfoque planteado:

Propósito	Herramienta	Descripción
Introducir la noción de algoritmo.	LightBot	Juego de ingenio en el que se introducen instrucciones a un robot que tiene por objetivo llegar a un destino determinado.
	Robozle	Similar a LightBot pero de mayor complejidad, dado que el robot en este caso debe realizar un recorrido

Propósito	Herramienta	Descripción
		comiendo estrellas por un tablero de tal forma de comerlas todas.
Introducción a la programación con lenguajes más visuales.	BYOB	Lenguaje de programación orientado a bloques.
	Alice	Es un acercamiento motivante a la programación que utiliza un entorno 3d y una sintaxis amigable al usuario que desea iniciarse en la programación.
	Kodu	Propone un mundo virtual con diferentes objetos que responden a una serie de eventos sobre los que se pueden indicar acciones a seguir.
Introducción a la programación con lenguajes convencionales.	Processing	Lenguaje de programación orientado a la manipular y visualizar imágenes y animaciones.
	Gobstones	Provee un universo de discurso que permite codificar situaciones y representar información con bolitas y un tablero.
Programación con módulos y objetos. Modelado de juegos.	Python, Pygame, Cocos2d	Python es un lenguaje de sintaxis simple. Pygame y Cocos2d son bibliotecas que permiten programar fácilmente juegos y en general aplicaciones multimedia.
Introducir de conceptos de programación orientada a objetos.	Ruby	Ruby es otro lenguaje de propósito general con sintaxis simple. Posee diversas características que lo hacen simple de manipular pero al mismo tiempo haciendo uso de herramientas poderosas.
	Pharo Smalltalk	Pharo es una distribución moderna del lenguaje Smalltalk.
Introducir conceptos de programación funcional.	Haskell	Lenguaje funcional relativamente simple y claro.

Además recomendamos la utilización del libro “Computer Science Unplugged”, Un programa de extensión para niños de escuela primaria<sup>21</sup>, un recurso que incluye actividades y formas de presentar conceptos de computación sin la necesidad de poseer una computadora en el aula. Está pensado para utilizarse en la escuela primaria aunque no por eso muchas de sus actividades pueden utilizarse incluso el nivel secundario.

Entre las herramientas para explorar TIC sugerimos:

Herramienta	Descripción
Audacity	Permite manipular sonido de distintas formas, cortándolo, mezclándolo, transformándolo, etc.

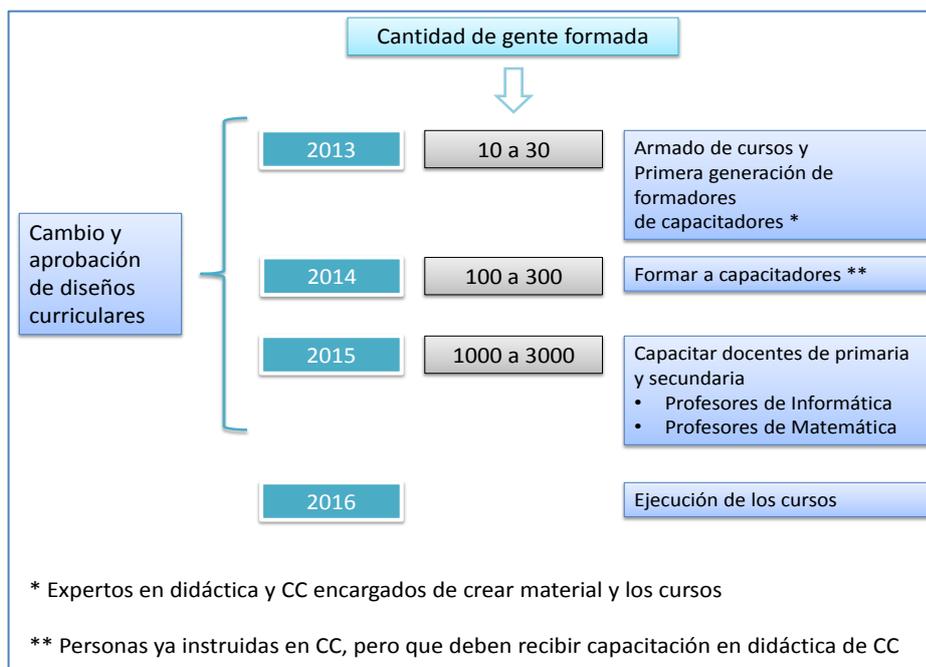
<sup>21</sup> <http://csunplugged.org/>

Herramienta	Descripción
VirtualBox	Programa que permite crear y ejecutar máquinas virtuales.
Consola de Linux	Espacio para poder ejecutar comandos y realizar actividades sin hacer uso de una interfaz gráfica.
HTML y Latex	Ambos lenguajes de marcado para construir documentos, aunque con distintas características.
MySql – Workbench	Dialecto de SQL junto con una herramienta que permite generar una base de datos y realizar consultas.
VUE y Cmap tools	Programas de creación de mapas conceptuales
Libreoffice	Suite de ofimática libre.
Gimp	Software de manipulación de imágenes.
Inkscape	Software de edición de gráficos vectoriales
Irfanview	Procesamiento batch de imágenes.
7-zip	Software de compresión de archivos para distintos formatos.
GNU Privacy Guard, TrueCrypt.	Software de encriptación de archivos e incluso particiones y discos.

## 5.5 Propuestas institucionales

### 5.5.1 Propuestas para formación y actualización de docentes

Proponemos un esquema ilustrado por el siguiente gráfico:



**Ilustración 4 – Planificación de formación y actualización de docentes**

Como puede observarse dividimos el plan en tres niveles:

- Un nivel de diseñadores de cursos que confluyan en un trabajo interdisciplinario. Este grupo debería tener especial cuidado en la propuesta didáctica, que juzgamos clave a la hora del éxito de esta empresa. Dentro de los diseñadores de los cursos un equipo de este grupo se encargaría de formar a los capacitadores de docentes.
- El nivel de formar a los capacitadores de docentes serían el segundo nivel. Los diseñadores de los cursos darán un curso a docentes que tengan la formación en ciencia de la computación, poniendo mucho énfasis en la didáctica y reflexionando con los futuros formadores en las distintas problemáticas del perfeccionamiento y la actualización docente.
- En un tercer nivel los capacitadores darían los cursos de capacitación o actualización a los docentes de informática o computación que quieran o “deban” capacitarse. Los otros dos niveles deben estar pensados para garantizar el éxito de este nivel. Es esperable que para muchos profesores de computación que no hayan tenido nunca una formación en CC estos cursos puedan resultar muy difíciles.

Además proponemos el dictado de cursos permanentes de actualización y perfeccionamiento, diseñados para combinar la introducción de los contenidos en CC con las metodologías didácticas propuestas para encarar la enseñanza de la ciencia, apelando a la indagación, a la resolución de problemas, al trabajo en la modalidad de taller, al trabajo por proyectos, con temas que sean significativos y motiven a los estudiantes.

Por último será necesario promover carreras relacionadas a la enseñanza de la disciplina, dado que aún no hay suficiente personal docente capacitado como para impartir clases de CC en todas las escuelas del país.

#### 5.5.1.1 Evaluación de las capacitaciones

Estas son algunas preguntas que creemos que debemos hacernos pero que a priori no sabemos responder:

- ¿Qué grado de exigencia conviene tener a la hora de acreditar los saberes de CC?
- ¿Cuáles son los umbrales de contenidos mínimos que se debe exigir a los profesores que se capaciten?
- ¿Vale la pena aprobar a profesores que no alcanzan a dominar en profundidad los conceptos claves de CC?

#### 5.5.1.2 Incentivos para hacer estas capacitaciones

Lo ideal será que los docentes que van a tomar las capacitaciones tengan una motivación propia de aprender CC, pero creemos que en la práctica muy pocos profesores se movilizarán por este ideal. Sabemos que actualmente los cursos que realizan los docentes les otorgan puntaje que les permite estar mejor posicionados a la hora de tomar cursos, pero creemos que también serían incentivos:

- Que las capacitaciones sean en horas que se paguen a los docentes.
- Que las capacitaciones permitan percibir a los docentes un progreso en su carrera.

#### 5.5.1.3 Censo y mapa de profesores CC

Consideramos conveniente crear una encuesta/cuestionario/test para censar profesores con formación en CC, que puedan ser eventualmente formadores de otros profesores.

### 5.5.2 Propuestas de reforma de los CBC

Si deseamos implementar las propuestas de este documento deberán redefinirse los Contenidos Básicos Comunes para que incluyan la enseñanza de temas de CC. Esto implica una reforma de los planes de estudio para que todos los niveles de escolaridad contemplen las horas dedicadas a la enseñanza de ciencia de la computación.

### 5.5.3 Propuestas adicionales para la promoción de la enseñanza de CC

### 5.5.3.1 Creación de una red de asociaciones regionales de profesores en CC

Creemos que sería beneficioso fomentar la creación de asociaciones y clubes de profesores de computación a nivel regional. Esto es algo que otros países ya están realizando<sup>22</sup>.

Estas asociaciones regionales podrían:

- Proponer actividades y temas de estudio, discusión y debate.
- Ser organizadores y sedes de cursos de perfeccionamiento docente.
- Ser organizadores y sedes de encuentros entre docentes para reflexionar y trabajar en la didáctica de las ciencias de la computación.
- Fomentar la interacción entre las distintas asociaciones y sus miembros.

Las cámaras de la industria<sup>23</sup> podrían ser impulsoras de la creación de estas asociaciones, prestando apoyo logístico, administrativo, sede, etc.

### 5.5.3.2 Premios anuales a la excelencia en la enseñanza de computación en primaria y secundaria

Adicionalmente proponemos otorgar premios anuales a la excelencia en la enseñanza de la computación:

- Creemos que los jurados deben ser figuras reconocidas de la especialidad.
- Podrán tener en cuenta originalidad, creatividad, innovación, motivación de los alumnos, resultados obtenidos con los alumnos.

### 5.5.3.3 Creación de un sitio Web con material didáctico

Mientras se avanza en el análisis de esta propuesta y en implementar los cambios “de fondo”, creemos conveniente crear un repositorio nacional de materiales educativos sobre Ciencias de la Computación. Esto permitiría que algunos docentes con iniciativa tengan un lugar claro desde donde obtener ideas y materiales para ir incorporando de manera gradual, informalmente, algunas ideas innovadoras sobre la enseñanza de la computación. Debemos recordar que, en relación con este tema, contar con el programa Conectar Igualdad es de una enorme ayuda, ya que muchas de las actividades a proponer podrían hacerse con los alumnos usando sus netbooks en el aula. Existe una gran cantidad de materiales en la Web, destacándose los del sitio Web [www.csunplugged.org](http://www.csunplugged.org), que pueden usarse y complementarse con nuevos materiales desarrollados en Argentina.

---

<sup>22</sup> <http://www.computingschool.org.uk/index.php?id=regions>

<sup>23</sup> Cámara de Empresas de Software & Servicios Informáticos de la R.A. <http://www.cessi.org.ar>

Cámara de Informática y Comunicaciones de la R.A. <http://www.cicomra.org.ar/>

y regionales:

Cámara de Empresas Informáticas del Litoral (Rosario) <http://www.ceil.org.ar/>

Cámara de Informática del Interior (Córdoba) <http://cidi.org.ar/> (regional cuyo <http://www.cidi-cuyo.com.ar/>)

## 6 Referencias

- [1] *Running On Empty. The failure to teach K-12 Computer Science in the Digital Age.* Association for Computer Machinery and Computer Science Teachers Association. USA, 2010.
- [2] Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, Londres, UK, 2012
- [3] *Report to the President. Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) for America's Future.* President's Council of Advisors in Science and Technology (PCAST), Septiembre de 2010.
- [4] *Report to the President and Congress. Designing a Digital Future: Federally Funded Research and Development in Networking and Information Technology.* President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST). Diciembre de 2010.
- [5] *A Brief Architectural Overview of Alice, a Rapid Prototyping System for Virtual Reality.* Randy Pausch y otros. IEEE Computer Graphics and Applications, Mayo 1995. Ver también [www.alice.org](http://www.alice.org)
- [6] *The future of Computer Science and Digital Technologies in New Zealand secondary schools.* Tim Carrell, Vilna Gough-Jones, Karen Fahy. New Zealand Computer Society, August 2008.
- [7] *A model for high school computer science education: the four key elements that make it!* Orit Hazzan, Judith Gal-Ezer y Lenore Blum. SIGCSE '08 Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education.
- [8] *Computational Thinking.* J.M. Wing. Communications of the ACM Viewpoint, March 2006, pp. 33-35.
- [9] *Evaluation of technology achievement standards for use in New Zealand secondary schools.* G. Grinsey y otros. NZCS, 2008.
- [10] *Bridging ICT and CS – Educational Standards for Computer Science in Lower Secondary Education.* Brinda, Puhlmann. ACMD SIGCSE Bulletin, Vol. 41, Issue 3.
- [11] *Model Computer Science Curriculum for Schools.* Iyer, S y otros. Mumbai, 2010.
- [12] *2011 High school curriculum.* National Curriculum Information Center. South Korea, 2011.
- [13] *Computer Science: A curriculum for schools.* Computing at School Working Group, UK, 2012.