

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL
PARA LA CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS
(PC4CTIM):
APORTES PARA SU ABORDAJE EN EL
NIVEL SUPERIOR

Trabajo Final
Especialización en Educación Superior

Mg. María Verónica Rosas
D.N.I. 23.141.611

Director: MCs. Roberto Ariel Guerrero

Co-Director: Esp. Mariela Elizabeth Zuñiga



Cohorte 2014
FCH - UNSL

*"La gratitud es una de las grandes bendiciones de la vida.
Nos permite ver todo como posibles dones de Dios"*

*A todas aquellas personas que son dones
que Dios puso en mi camino...
¡GRACIAS POR SER PARTE DE MI VIDA!*

Tabla de contenido

PRIMERA PARTE: ACERCA DEL PC	4
Capítulo 1 - Antecedentes y origen del PC. El Big Bang del PC	5
Capítulo 2 - Autores referentes en el tema. Aportes desde diferentes concepciones .	13
Capítulo 3 - Conceptos fundamentales asociados al PC.....	22
Capítulo 4 - Habilidades asociadas al PC	32
SEGUNDA PARTE: EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE CON PC EN CTIM PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	38
Capítulo 5 - PC para CTIM.....	39
Capítulo 6 - Taller de PC unplugged para CTIM	43
Capítulo 7 - PC en las Ciencias Sociales y Naturales.....	50
Capítulo 8 - PC en la Matemática.....	55
CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	61

Este trabajo propone una indagación bibliográfica conceptual que analice los alcances y características del **Pensamiento Computacional (PC)**, con la intención de detectar prácticas educativas que favorezcan la resolución de problemas de distintas índoles.

La propuesta para el desarrollo de esta temática es de tipo monográfico exploratorio. Para ello, en una primera parte se hace un análisis bibliográfico que permite comprender las características y fundamentos del PC y habilidades vinculadas a su desarrollo. En la segunda parte, se recuperan y analizan experiencias de aprendizaje con PC que permiten identificar particularidades de las prácticas de enseñanza en el Nivel Superior en distintas áreas de conocimiento.

El trabajo realizado puede ser resumido en las siguientes tareas:

- Recopilar y analizar bibliografía relacionada al PC para exponer la evolución y los avances actuales de este tema.
- Especificar y describir los aportes realizados por distintos autores en esta temática.
- Reconocer qué habilidades están relacionadas al PC y pueden ser las más beneficiosas para ser desarrolladas.
- Indagar sobre la posibilidad de desarrollar el PC en estudiantes de Educación Superior en las disciplinas de CTIM y haciendo uso de otros recursos educativos, no solo a través de la computadora.
- Enunciar experiencias de enseñanza ya implementadas para vincular el PC con objetivos de aprendizajes propios de asignaturas en las CTIM.



PRIMERA PARTE:

ACERCA DEL PC

*Da tu primer paso ahora.
No importa que no veas el camino completo.
Sólo da tu primer paso y el resto del camino irá apareciendo
a medida que camines”
— M.L. King*

En esta primera parte del trabajo se presentan las definiciones y componentes elementales sobre los que se basa el **Pensamiento Computacional (PC)** para presentarlo como un prometedor y novel método para resolver problemas de diversa índole. En un primer capítulo se describe el origen de dicho concepto asociado con la historia y evolución de las ciencias de la computación en nuestro país y en el mundo. En el segundo capítulo se listan algunos autores cuyos aportes hicieron posible consolidar al PC como un método para la resolución de problemas actualmente en pleno auge. Por otro lado, es en el tercer capítulo donde se introducen los conceptos fundamentales del PC distinguiendo dos categorías: por un lado, los fundamentos teóricos involucrados (la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos) y, por el otro, los conceptos reales y aplicados (como son la representación de datos, la automatización y la simulación, entre otros). Finalmente, en el último capítulo de esta primera parte se listan habilidades o capacidades posibles de estimular a través de la práctica y desde el desarrollo del PC, sustentado en su característica multidisciplinaria y teniendo en cuenta las inteligencias múltiples de los sujetos.

Capítulo 1 -

Antecedentes y origen del PC.

El Big Bang del PC

“Si buscas resultados distintos no hagas siempre lo mismo”

— A. Einstein

En este capítulo se reconstruye en forma sintetizada la historia hacia el PC. Para una mejor organización y teniendo en cuenta la significación de ciertos acontecimientos, se divide en 3 períodos. El primero abarca desde la aparición de las primeras computadoras y su globalización a nivel mundial hasta la transformación de la computación como ciencia más allá de lo estrictamente tecnológico. En el segundo período el PC se consolida a partir del año 2006 como otro tipo de pensamiento que puede favorecer la resolución de problemas. La última etapa es la trascendental para el PC por su auge y reconocimiento a nivel mundial, especialmente a nivel educativo.

1. Hasta el año 1990 cuando la Computación ya es una Ciencia a nivel mundial

La computación alcanza un significativo impulso en la década del 40 cuando se crean las primeras computadoras de propósito general. En el ámbito educativo, su difusión en las aulas universitarias comienza en la década del 60 con la instalación de grandes equipos en centros de cómputos especializados, contando con grandes máquinas pensadas y creadas

para una situación concreta. De esta manera, la ciencia de la computación empieza a visualizarse como una disciplina con contenidos que abarcaban la matemática, la física, la ingeniería y la tecnología. Esto impulsa la creación de las primeras carreras universitarias y conformación de los primeros grupos de investigación en esta temática. La disciplina tiene una multiplicidad de nombres: Ciencias de la Computación e Ingeniería, Computación e Informática, entre otros. (Tedre & Denning, 2016)

La influencia de las computadoras en las aulas escolares –primarias y secundarias– sólo comienza a sentirse a fines de la década del 70 cuando se crean las microcomputadoras, denominadas domésticas o personales. En los 80 Seymour Papert crea el lenguaje LOGO, incentivando a considerar a las computadoras en las aulas como medios de expresión y de creación para los estudiantes (Papert, 1980). Esto modifica la concepción inicial que las consideraba como máquinas pasivas de mera distribución de información, para poner el acento en herramientas interactivas, como extensiones de la creatividad de cada individuo. LOGO es recibido con entusiasmo en los círculos educativos innovadores de muchos países, tanto en América (Uruguay, Chile, Brasil, Panamá, Colombia, Costa Rica y Argentina) como en Europa (España, Italia, Francia e Inglaterra). Sin embargo, al poco tiempo su interés y fuerza va en detrimento porque se asocia más a lo técnico de las computadoras y menos al propósito final con el que se había creado, que era el de impulsar la creatividad, desarrollar y enriquecer los procesos mentales de los sujetos. Una situación similar a la que se observa y sucede actualmente con el tema de Internet y los dispositivos móviles en la educación.

En Argentina, la mayoría de los maestros que se suman al movimiento LOGO no son profesores de informática, sino decididos y motivados docentes de otras disciplinas como lengua, música o artes plásticas, generalmente no vinculados a la computación o a la matemática. La cantidad de instituciones educativas que cuentan con computadoras en la actualidad era reducida. Esto es un inconveniente teniendo en cuenta que se asocia a la enseñanza de la computación únicamente con la práctica con estas herramientas electrónicas, y es imposible pensar actividades en el área de la computación sin computadoras. Es decir, se asevera que los conceptos y nociones computacionales sólo pueden ser enseñados contando con salas bien equipadas con estas microcomputadoras. En el año 1981, Horacio Reggini, un impulsor de la enseñanza de la programación en las escuelas argentinas, implementa un trabajo con el lenguaje LOGO en un 2do grado del

nivel primario que pretende mejorar las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes valiéndose de conceptos básicos de computación (como por ejemplo, las distintas estructuras de control al programar: secuencia, selección y repetición) (Reggini, 1981).

2. Luego del año 1990 y hasta el año 2006 cuando se define al PC

A inicios de la década del 90, el crecimiento exponencial de Internet y las nuevas facilidades de interconexión hacen posible la globalización masiva de todo lo relacionado a las ciencias de la computación. Esta revolución de la ciencia computacional abre una nueva ola de pensamiento, nuevamente no iniciada por científicos informáticos sino por científicos en otros campos. La simulación por computadora se convierte en el motor principal del progreso en la ciencia y la ingeniería y finalmente, comienza a gestarse como nuevo tipo de pensamiento o caja de herramientas mentales. De este modo, todos los campos de conocimiento que han establecido una rama computacional (la física computacional, la química computacional y la bioinformática) son aptos naturalmente para este nuevo tipo de pensamiento. Así, el aprendizaje de la computación no solo es útil sino que es esencial para el trabajo en estos campos. Las personas aprenden a pensar computacionalmente no necesariamente estudiando ciencias de la computación, sino diseñando y desarrollando desde sus propios conocimientos, proyectos e investigaciones disciplinares (Tedre & Denning, 2016). Esta característica multidisciplinaria de las ciencias de la computación, que se descubre primeramente a partir de la experimentación tangible de la simulación va guiando a mostrar cómo el pensar computacionalmente se va difundiendo y haciendo presente en diferentes áreas del conocimiento. Para el año 2000 las computadoras portátiles se vuelven cada vez más potentes y asequibles. Esto, sumado a los beneficios de Internet facilita la inclusión y aplicación de las ciencias de la computación en la vida cotidiana de las personas. Así mismo, hace posible su ubicuidad en el mundo llevándolas a su mayor crecimiento en el ámbito educativo, compartiendo esta realidad también la Argentina.

Finalmente, en el año 2006 Jeanette Wing formalmente hace referencia en un artículo académico a la popular terminología **Pensamiento Computacional** (PC¹) refiriéndose al

¹ CT, las siglas en inglés para “Computational Thinking”

conjunto de ideas y hábitos que la gente en disciplinas de computación adquiere a partir de su trabajo en el diseño de programas de software, simulaciones y cómputos realizados por computadoras. Wing introduce este concepto agregando en su investigación que cualquier persona podría beneficiarse aprendiendo y poniendo en práctica el pensar como lo hacen los científicos en computación. Wing enuncia que “El **Pensamiento Computacional** consiste en la resolución de problemas desarrollando habilidades asociadas a conceptos fundamentales de la informática...” agregando que “...esas son habilidades útiles para todo el mundo, no sólo para los científicos de la computación” (Wing, 2006) p. 33.

3. A partir del año 2006 y hasta el presente cuando la implementación del PC es multidisciplinar a nivel mundial

A partir del artículo publicado por Wing se evidencia un acelerado avance teórico acerca del PC. Diferentes autores expresan su opinión declarando la importancia de promover su desarrollo desde edades muy tempranas, considerando que esto favorece significativamente las habilidades de los estudiantes para enfrentar y resolver problemas de diversa índole (académicos, personales, sociales, entre otros) reforzando a la vez el razonamiento lógico y analítico (Bravo-Lillo, 2015). De esta manera, en Estados Unidos se funda una asociación denominada CSTA (Computer Science Teachers Association) (ver Tabla 1), que incluye a más de 80 universidades y tiene por objetivo diseñar cursos sobre fundamentos en las Ciencias de la Computación para ser incorporados en el nivel medio. Para hacer este trabajo extensible a los demás niveles educativos se crea la ISTE (International Society for Technology in Education) que en colaboración con la CSTA y especialistas en educación en K-12² desarrollan una definición operacional del PC. Dicha definición provee un marco teórico y vocabulario para todos los educadores en los diferentes niveles educativos. En el año 2009, la NSF (National Science Foundation) funda un proyecto dirigido en conjunto por la ISTE y la CSTA que tiene por objetivo proporcionar ejemplos relevantes y apropiados del PC para su práctica en el aula (una iniciativa similar a la emprendida en Argentina por la Fundación Sadosky) (Fundación Sadosky, 2013). ISTE y CSTA recopilan los comentarios de cerca de 700 maestros de informática, investigadores y profesionales indicando un apoyo abrumador al proyecto

² K-12, define la escolarización inicial, primaria y secundaria, desde Kindergarten (4 años de edad) y el número 12 que indica el último grado (entre los 17 y 19 años).

presentado sobre PC³. En el año 2012, Google haciéndose eco de esta corriente y amparado en su slogan “Ayudando a millones de estudiantes y educadores, desarrollando habilidades técnicas para el futuro” incluye como propuesta en su portal educativo las Ciencias de la Computación y más específicamente el PC. Así, teniendo en cuenta que más del 65% de estudiantes trabajarán en trabajos que aún no existen hoy⁴ intentan preparar y motivar a educadores y educandos para hacer frente a este desafío por medio de la computación.

En Estados Unidos, durante la presidencia de Barack Obama se crea el programa “Ciencias de la Computación para Todos”, uno de los programas más ambicioso con el fin de asegurarse de que todos los estudiantes K-12 tuvieran acceso al plan de estudios de ciencias de la computación a partir de formar a los nuevos docentes y dotar a las instituciones educativas de los recursos necesarios.

		
National Science Foundation	Computer Science Teachers Association	International Society for Technology in Education
Fundación Nacional de Ciencias	Asociación de Educadores en Ciencias de la Computación	Sociedad Internacional para Tecnología en Educación

Tabla 1: Organizaciones educativas destacadas en EEUU

Así mismo, a nivel mundial se están proponiendo e implementando nuevos diseños curriculares con énfasis en conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. En este contexto, en Reino Unido y Singapore desde el año 2012 el PC ya está integrado al curriculum educativo general. Otros países como Australia, China, Corea y Nueva Zelanda también se embarcan en políticas educativas para introducir el PC en las escuelas, siendo Israel quién posee uno de los más rigurosos programas curriculares de Ciencias de la Computación. Nueva Zelanda se une a esta movida rediseñando sus cursos bajo el lema “Programación y Ciencias de la Computación”. En el año 2008, Alemania adopta nuevos estándares en los diseños curriculares que resaltan la enseñanza de las TIC y las Ciencias de la computación especialmente en las escuelas de nivel secundario, lo mismo sucede en

³ <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152>

⁴ <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>

India presentando distintos temas para cada nivel educativo como redes, programación, arquitectura de computadoras, manejo de software de oficina, etc.

En agosto del año 2016, el CSTA publica los nuevos estándares en educación primaria y secundaria, como una actualización de los ya existentes: "Creemos que el Pensamiento Computacional es una metodología de resolución de problemas que amplía el campo de la computación a todas las disciplinas, proporcionando un medio distinto de analizar y desarrollar soluciones a problemas que pueden ser resueltos computacionalmente. Centrado en la abstracción, la automatización y el análisis, el Pensamiento Computacional es un elemento esencial de la disciplina de la computación." p.6 (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, & Engelhardt, 2017)

Por otro lado, institutos terciarios y universitarios en el mundo son testigos de la transformación que las Ciencias de la Computación han producido en el nivel superior donde la matrícula en las carreras vinculadas a esta área del conocimiento han crecido ampliamente. Otro punto es que, los cursos en esta temática son también ofrecidos para estudiantes de carreras no relacionadas a la misma sino en otras áreas disciplinares. Estos cursos no son enfocados a la programación propiamente dicha, sino a introducir los conceptos básicos de la computación (algunas de estas nociones serán descriptas posteriormente en el Capítulo 3 de este trabajo). Por ejemplo, en la famosa Universidad de Harvard el curso de computación *CS50: Introduction to Computer Science*⁵ es uno de los más populares y con mayor matrícula de estudiantes cuyo principal campo disciplinar no tiene nada que ver con la computación. Una situación equivalente sucede en las universidades de Yale y de Boston, instituciones educativas que son reconocidas a nivel mundial.

En Argentina, desde hace un par de años desde la Fundación Sadosky⁶ se está realizando un trabajo análogo al realizado en conjunto por CTSA e ISTE. Desde la fundación, se provee a los docentes y estudiantes que quieran profundizar sobre los conceptos involucrados en la computación de una colección de recursos de PC desde software educativos, presentaciones, simulaciones y proyectos. La Fundación Sadosky apuesta a que “la formación del pensamiento computacional representa una actitud

⁵ <https://online-learning.harvard.edu/course/cs50-introduction-computer-science>

⁶ Fundación Sadosky. <http://www.fundacionsadosky.org.ar/programas/programar/>

aplicable universalmente y un conjunto de habilidades requeridas actualmente por todos, incluyendo estudiantes y científicos de casi cualquier otra disciplina” (Fundación Sadosky, 2013) p. 23. Con la nueva Ley Nacional de Educación Argentina (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. Además, existen proyectos como *Conectar Igualdad* que orientan parte de los esfuerzos hacia la integración formal de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (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. A nivel nacional y provincial se ha dado paso a este movimiento innovador en el área, proveyendo a los institutos educativos de lo necesario para contar con aulas de computación, software educativo, capacitación al profesorado, creación de portales educativos, soporte técnico a las escuelas, entre otros. Aunque el sistema educativo, en lo que respecta a lo curricular, aún no se ha actualizado lo suficiente como para aprovechar al máximo el uso de estos recursos informáticos, los resultados actuales son alentadores y prometedores. En este sentido, el Consejo Federal de Educación de la Nación declara, a través de la Resolución N° 263/15, de importancia estratégica la enseñanza de la programación en todas las escuelas durante la escolaridad obligatoria, haciendo implícitamente mención al PC en ese contexto⁷. En el año 2013 se crea, a partir de la labor de la Fundación Sadosky y con el aval del gobierno nacional, la iniciativa *Program.AR* para que el aprendizaje significativo de la Computación llegue a todas las escuelas argentinas. A partir de convenios realizados con varias universidades nacionales de distintas provincias (una de ellas, la Universidad Nacional de San Luis) se trabaja en la formación docente e implementación de políticas creativas como la *Hora del Código* y *Dale Aceptar*. El programa *Vocaciones en TIC* también es parte de esta iniciativa con su proyecto *Estudiar Computación* para fomentar el incremento de la matrícula en carreras relacionadas con las TIC. Una de las últimas propuestas implementadas es el diseño de manuales para los distintos niveles educativos para guiar a un mejor aprendizaje del PC y sus conceptos asociados tratando de unificar los criterios en su enseñanza. Estos manuales incluyen además de los contenidos teóricos y actividades prácticas de programación, ejercitación *unplugged* (es decir, sin el uso de computadora). En el Capítulo

⁷<http://www.mincyt.gob.ar/noticias/programar-un-derecho-educativo-11409>

5 se muestran ejemplos de esta clase para enfatizar el hecho de que el desarrollo y la práctica del PC van más allá del uso de computadoras y herramientas tecnológicas, tal cual se asevera desde *Program.AR*. En el año 2018 se lleva a cabo en la Universidad de Quilmes (Buenos Aires) la Primera Jornada Argentina de Didáctica de la Programación, impulsada por la Fundación Sadosky, su finalidad es propiciar el encuentro de investigadores, docentes y estudiantes de Argentina y países limítrofes interesados en la temática, deliberándose a través de debates, charlas y talleres el vínculo existente entre el desarrollo del PC y la enseñanza de la programación.

En síntesis, de este capítulo se puede rescatar que la evolución hacia el PC se origina a partir del surgimiento de la Computación y su globalización a nivel mundial para transformarse en una ciencia más allá de lo estrictamente tecnológico. El PC se consolida a partir del año 2006 como otro tipo de pensamiento que puede favorecer la resolución de problemas en distintas áreas de conocimiento. Su amplia difusión a nivel mundial y su actual referencia en las distintas disciplinas lo condicionan a posicionarse en un lugar preponderante en el ámbito educativo en todos los niveles pero especialmente en el período denominado K-12. En Argentina, desde la nueva ley de educación se están implementando distintas propuestas para el desarrollo del PC desde los primeros años de la educación formal obligatoria a partir de iniciativas que promueven la formación docente y la programación en las aulas.

Capítulo 2 -

Autores referentes en el tema.

Aportes desde diferentes concepciones

“Un hombre sabio es aquel que aprende algo de cada persona.”

—A. Jodorowsky

Diferentes investigadores han contribuido con múltiples definiciones y terminología asociada al PC aunque aún no hay consenso sobre una definición elaborada y completa para dicho concepto. Algunos de estos expertos en el PC han contribuido a promover y afianzar el desarrollo del PC en el ámbito educativo y son referenciados en este capítulo teniendo en cuenta su impronta y renombre en el ámbito académico.

1. Seymour Papert. El construccionismo para aprender haciendo

“El mejor aprendizaje no vendrá de encontrar las mejores formas para que el profesor instruya, sino de darle al estudiante las mejores oportunidades para que construya.”

—S. Papert



Seymour Papert nació en el año 1928 en Sudáfrica donde estudió filosofía en la Universidad de Witwatersrand y posteriormente obtuvo un doctorado en matemática. En el año 1959 se doctoró por segunda vez en el área de las matemáticas.

En el año 1980, Seymour Papert publicó el libro *Tormentas mentales: niños, computadoras e ideas poderosas* que fue escrito a partir de su trabajo en el estudio de nuevas metodologías de aprendizaje. Papert fue discípulo de Jean Piaget mientras estuvo en la Universidad de Ginebra (Suiza), fue su mentor quien lo inspiró a trabajar en esta línea de investigación. La teoría de Piaget sobre el desarrollo cognitivo de los sujetos debe ser estudiada y analizada por todo docente que esté interesado en mejorar sus prácticas educativas a partir del conocimiento y profundización de las características propias de a quién se va a enseñar (Carretero, 1993). La teoría **constructivista** del aprendizaje de Piaget deslumbró profundamente a Papert, en ella las experiencias y la cooperación con el entorno desarrollan la inteligencia individual del niño. Así, éste desarrolla un enfoque propio derivado de la idea de Piaget denominado **construccionismo**. Papert defiende que cada individuo puede desarrollar su propia forma de pensamiento de manera diferente al resto, de forma propia e individual, agregando la noción de que el aprendizaje se mejora cuando el sujeto se dedica a construir un producto significativo, “Mi foco central no está en la máquina sino en la mente” (Papert, 1980) p.182. Piaget en su teoría asevera que el niño absorbe lo nuevo dentro de lo viejo (en un proceso denominado *asimilación*) y construye su conocimiento en el transcurso de un trabajo activo con él, considerando ese proceso una reconstrucción individual más que una transmisión de conocimientos. En sus trabajos sobre el aprendizaje Papert reconoce y reafirma la noción piagetiana del niño como constructor de sus propias estructuras intelectuales, por lo que cree en que la enseñanza debe estar centrada en el alumno no en el profesor. Es así como valora intensamente el factor emocional durante la adquisición de nuevos conocimientos e insiste en que éstos deben tener un propósito personal y que el sujeto debe reconocerlo como propio (Reggini, 1988).

En la introducción de su libro, Papert se refiere al surgimiento de la computadora personal imaginando el alcance que éstas llegarían a tener, reflexionando acerca de cómo las computadoras pueden afectar la manera en que las personas piensan y aprenden (Papert, 1980). La concepción principal de Papert sobre el aprendizaje es que “construimos” nuestro propio conocimiento a través de la experiencia. Los seres humanos tienen un proceso de aprendizaje cíclico, acumulativo y no es un proceso meramente de “absorción”.

Papert creía que era impersonal e ilógico que un profesor intentara transmitir que el aprendizaje de un concepto particular era muy importante y necesario cuando el propio profesor sabía que no lo era. Una crítica manifiesta de Papert hacia las instituciones educativas era que hacían creer que había un conocimiento correcto (el transmitido a través de la educación formal) y otro conocimiento incorrecto, sin embargo para él sólo había un único conocimiento personal y útil que se debe mejorar mediante los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Papert crea el lenguaje de programación LOGO⁸ de manera que pudiera proporcionar a los niños una experiencia propia y personal en el área de la geometría que les ayudara a entender mejor esa materia. LOGO tenía una función gráfica con la que se podía dibujar mediante comandos y practicar intuitivamente la geometría. Para Papert LOGO era sólo un ejemplo particular de una herramienta facilitadora del aprendizaje de la geometría o la física, pero imaginaba un sistema educativo con cientos de recursos para todo tipo de áreas diseñadas por investigadores y educadores que sirvan como entrada a todo conocimiento a aprender. Papert transmitía la importancia de las expresiones concretas de los procedimientos sistemáticos, por ejemplo los algoritmos en computación. Se debía enseñar más de procedimientos y menos de números, para aprender a reflexionar mejor sobre las ideas y acelerar una construcción propia del conocimiento. En resumen, la teoría construccionista en educación se basa en dar la oportunidad a los sujetos (niños en la investigación de este autor) de moldear su aprendizaje mediante sus propias acciones y experiencias. Esta línea de investigación demuestra que aprender tomando acción, haciendo y creando, mejoran la capacidad de aprendizaje. El término PC atribuido principalmente a Jeanette Wing fue también previamente utilizado en varias oportunidades por Papert.

2. Mitch Resnick. Siguiendo los pasos de su mentor

“Aprender para programar, programar para aprender”

— M. Resnick



⁸ <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/programacion/63-logo-i>

Mitchel Resnick nació en el año 1956 en Estados Unidos, se licenció en física por la Universidad de Princeton y posteriormente se doctoró en ciencias de la computación por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en el año 1992.

Desde el año 1980 Resnick trabajaba con el uso de juegos para el desarrollo de la inteligencia siguiendo las teorías de Papert del cual era colaborador a través del grupo de investigación. Pero fue en el año 1985 cuando su colaboración se hace más estrecha gracias a la creación del Media Lab del MIT y el grupo de epistemología y aprendizaje del MIT. El PC se sintetiza en el lema acuñado por Resnick hace ya unos años: “Learn to Code, Code to Learn”, es decir, el enfoque emergente se inclina por afirmar que lo importante no es “aprender a programar” sino “programar para aprender” (Resnick, 1997).

Resnick fue profesor investigador en el Media Lab de Aprendizaje de LEGO Papert en el MIT. En colaboración con su patrocinador LEGO desarrolló nuevas tecnologías (como algunos kits de robótica educativa) y actividades para contribuir con experiencias de aprendizaje creativo para las personas (especialmente para los niños). Entre estas propuestas, Resnick impulsó el desarrollo de un pequeño robot programable que actualmente se comercializa como PicoCricket. En este contexto, en el año 2002 desarrolla el famoso lenguaje de programación por bloques Scratch⁹. Resnick aseveraba que estas dos herramientas están diseñadas para promover un “espiral de pensamiento creativo” en un proceso de imaginar, crear y volver a imaginar sobre lo creado. Scratch es un lenguaje visual muy intuitivo y de fácil aprendizaje basado en bloques. Es más potente que el lenguaje LOGO creado por su mentor Papert, pero su mayor ventaja es que fue creado y promovido en un contexto donde las computadoras están al alcance de todos y disponibles en gran cantidad de instituciones educativas. Además, el acceso a Internet ha permitido potenciar el hecho de poder compartir la variedad de proyectos educativos que se crean en Scratch (Resnick, 2012). En colaboración con su colega Karen Brennan propone tener en cuenta 3 dimensiones para la evaluación de las habilidades de PC de un sujeto (conceptos, prácticas y perspectivas computacionales): conceptos computacionales, que son los usados cuando se crean nuevos programas (secuencias, repetición, eventos, condicionales, operadores y datos); prácticas computacionales, que se centran en el cómo se está aprendiendo y no el qué (ensayo y depuración, reusar y remezclar, abstraer y modular); y

⁹ <https://scratch.mit.edu/>

perspectivas computacionales, las que los usuarios construyen sobre sí mismos y su entorno (expresar, conectar y preguntar) (Brennan & Resnick, 2012).

En resumen, Resnick señala “Yo pienso que las cosas más importantes no son tanto la tecnología en sí, sino el enfoque del aprendizaje. ...Creo que la tecnología podría proporcionarnos nuevos caminos para ayudar a las personas a desarrollarse como pensadores creativos, pero creo que los desafíos reales son cómo organizamos el entorno de aprendizaje. Es el mismo tipo de cosas que el matemático y educador Seymour Papert estuvo discutiendo hace 50 años. Y el reto es cómo ponerlo en práctica...” (Catchpole, 2018).

3. Jeannette Wing. Acuñando el término

“Algunos piensas en usar la computadora para programar al chico; otros en usar al chico para programar la computadora”

— J. Wing



En el año 2006, Jeannette Wing reavivó los conceptos asociados al PC y comenzó a propagarla entre las audiencias académicas más amplias. La descripción de Wing presentaba al PC como una herramienta de pensamiento de propósito general que se basa en procesos de información natural y artificial para la resolución de problemas. Según Wing, para lo anterior se debe tener en cuenta los recursos disponibles y reducir los problemas a partes más pequeñas, abstraer algunos detalles irrelevantes y elegir las representaciones apropiadas. El ensayo de Wing enumeró una amplia gama de técnicas informáticas mostrando ejemplos cotidianos donde el PC se hace evidente: preparar una mochila escolar es "buscar y almacenar en caché", buscar los guantes perdidos volviendo a rehacer los pasos realizados es "dar marcha atrás" y elegir una fila en un supermercado es "modelado de rendimiento".

Unos años más tarde, Wing presentó una definición completa que estipulaba que el PC se basaba en: “los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones para que las soluciones se representen en una forma que pueda ser ejecutada eficazmente por un agente de procesamiento de información” (Cuny, Snyder, & Wing, 2010). Wing fue profesora de Ciencias de la Computación y directora del Departamento de Ciencias de la Computación en la Universidad de Carnegie Mellon (Pensilvania). Del año 2007 al año 2010, supervisó la dirección de informática, ciencia de

la información e ingeniería de la NSF elaborando programas y estableciendo prioridades de financiación para la investigación y la educación en el mundo académico. Una de sus iniciativas denominada *Expeditions in Computing* sirvió como modelo para un programa similar que luego emprendió ella misma cuando participó en la directiva de Microsoft. También durante su estadía en la NSF, promovió un esfuerzo para diseñar un curso de avanzada centrado en el PC para el College Board, que luego se convirtió en un modelo para las escuelas secundarias de la nación¹⁰. Su ensayo presentado en el año 2006, influyó positivamente frenando la caída de las inscripciones en los departamentos de informática, revitalizando la investigación y la enseñanza de la informática. Desde noviembre del año 2013 y hasta el año 2017, Wing se unió a Microsoft Research como vicepresidenta y jefa de Microsoft Research International. Actualmente, Wing se desempeña como profesora de Ciencias de la Computación y directora del Instituto de Ciencias de Datos en la Universidad de Columbia (Nueva York).

4. Horacio Reggini. El eco en Argentina

“La buena memoria es un remedio eficaz, no para aislarse en nostalgias y lamentos, sino para despertar fuerzas con miras al futuro.”

— H. Reggini



Reggini es ingeniero, consultor y profesor de computación y telecomunicaciones. Su iniciación en el mundo revolucionario de las computadoras tuvo lugar hace más de cuatro décadas, mientras estudiaba en la Universidad de Columbia. De vuelta en Argentina en el año 1960, comenzó a trabajar como profesor universitario en diferentes proyectos en el campo de la informática. Uno de estos proyectos fue el establecimiento del primer centro de computación para estudiantes universitarios en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Así mismo, fue el organizador del Grupo de Estudio de Aplicaciones de Computadoras (GEAC) en la Facultad de Ingeniería (UBA). En el año 1966 se relacionó con el proyecto MAC (Mathematics And Computation) del MIT (Massachusetts Institute of Technology) que tuvo notable incidencia en la concreción de internet.

¹⁰ <https://news.columbia.edu/content/President-Bollinger-Names-Microsoft-Research-Head-Jeannette-Wing-to-Lead-Columbias-Data-Science-Institute>

En los años 70, conoció a Papert, cuya filosofía e investigación en Logo reforzaron su compromiso de incorporar la computación en la educación para estimular procesos cognitivos en los niños. Participó en varios proyectos interesantes en Estados Unidos en los que se incluía a Logo en las escuelas para explorar nuevas y mejores formas de aprendizaje. Esta participación lo motivó a replicar dicha iniciativa en Argentina. Con las computadoras personales ganando popularidad en Argentina a principios de los 80, comenzó a organizar numerosos talleres, cursos y seminarios para maestros en todo el país. En 1982, promueve y funda la *Asociación Amigos de Logo* (The Friends of Logo Association) una organización sin fines de lucro para la promoción de nociones sobre la programación con Logo. En este contexto, en 1982 presenta su libro *Alas para la mente. Logo: un lenguaje de computadoras y un estilo de pensar* en el que expone la versión en español del lenguaje el mismo fue recibido con entusiasmo en los institutos educativos más innovadores (Reggini, 1981). En 1984 y 1985, incentivado por los resultados alcanzados con la versión original, desarrolla una versión de Logo 3D que intentaba cerrar la brecha entre los métodos tradicionales utilizados para representar objetos tridimensionales y las técnicas informáticas (Reggini, 1988).

En el año 1988, escribe un nuevo libro denominado *Computadoras ¿creatividad o automatismo?* que reúne una colección de artículos con reflexiones y conferencias sobre Logo enfatizando la premisa de que solo un uso inteligente de las nuevas tecnologías de la información conduce a la libertad y la creatividad. El libro incluía un análisis de las ideas de Karl Popper y Seymour Papert además, de un capítulo denominado *A Logo Postcard from Argentina* donde describe el suceso de este lenguaje en Argentina (Reggini, 1988) (Reggini, 1999).

5. Mark Guzdial y Alfred Aho. Computación para todos

Mark Guzdial se refiere al proceso cognitivo subyacente que da soporte al PC como un método para la resolución de problemas de diferentes tipos. Así, él asevera que la educación en computación enriquece el aprendizaje de distintas disciplinas pero de este modo también se está enriqueciendo y mejorando así mismo. Guzdial manifestaba que se debe enseñar a programar y los conceptos asociados a la computación de manera que tengan sentido para cada estudiante en su disciplina. El PC (al igual que otras disciplinas como las matemáticas y la física) deben ser trabajadas en el contexto de las propias disciplinas de los estudiantes, al menos, a través de los ejemplos y ejercicios que se eligen.

Los procesos científicos no deben ser reemplazados sino aumentados con el PC (Guzdial, 2008).

Alfred Aho aporta una definición operacional del PC considerando que: "se refiere a los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas para que sus soluciones se puedan representar como pasos y algoritmos de cálculo". Una parte importante de este proceso es encontrar modelos apropiados de computación con lo cual formular el problema y derivar sus soluciones. Asociados a los modelos básicos de computación en ciencias de la computación se encuentran una gran cantidad de técnicas conocidas que se pueden usar para resolver problemas de distinta índole (Aho, 2012). En este contexto, Aho publicó un libro en colaboración con varios autores mostrando en base a experiencias educativas la característica multidisciplinaria del PC (Linn, Aho, Blake, & Constable, 2010). En dicho compendio se debate y muestra cómo el PC puede beneficiar a una variedad de disciplinas, apoyándose en la idea de que el PC también evolucionará a medida que más se aplica en una diversidad de áreas temáticas. También se aclara que "Si le das a todos una calculadora, las matemáticas no desaparecen. Las acciones de pensar y hacer son necesarias para representar y ayudar a resolver problemas. Si se usan mejores herramientas, se puede hacerlo mejor." (Linn, Aho, Blake, & Constable, 2010) p. 19 En un segundo libro se incluyen un conjunto de experiencias para argumentar que como resultado del uso del PC las disciplinas tienden a afianzar el conocimiento e innovar en sus prácticas apartándose de esquemas habituales y abordando la realidad de maneras novedosas (Linn, Aho, Blake, & Constable, 2011). Por lo tanto, es importante aprender a reconocer la aplicabilidad del PC en distintos dominios, siendo esta diversidad de contextos de uso lo que hace evidente su poder.

En síntesis, en este capítulo se presentaron diferentes investigadores en el tema del PC que dejaron una impronta en la evolución del mismo, especialmente de su aplicación en el ámbito educativo. En la Tabla 2 se listan los autores mencionados en el trabajo con un resumen de los aportes realizados.

Fechas destacadas	Investigadores referentes	Aportes destacados
1980	Seymour Papert	Es discípulo de Jean Piaget y guiado por su

		teoría <i>constructivista</i> , define el enfoque <i>Construccionista</i> que presenta a través del lenguaje LOGO.
1982	Horacio Regini	Introduce en Argentina la enseñanza de la programación a través del lenguaje LOGO desarrollado por Papert.
2002	Peter Resnick	Seguidor de la teoría construccionista de Papert crea un nuevo lenguaje de programación en base a bloques denominado Scratch.
2006	Jeanette Wing	Publica la primera definición del PC como “los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones para que las soluciones se representen en una forma que pueda ser ejecutada eficazmente por un agente de procesamiento de información”
2008	Mark Guzdial	Ratifica la posibilidad de que el PC sea un método que facilite y ayude a la resolución de problemas en una amplia variedad de disciplinas y que además es desde esta ayuda que el PC se retroalimenta para ir potenciándose y mejorándose.
2012	Alfred Aho	Aporta una definición operacional del PC como que “se refiere a los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas para que sus soluciones se puedan representar como pasos y algoritmos”. Aplicabilidad multidisciplinar del PC.

Tabla 2: Autores referentes en Pensamiento Computacional

Capítulo 3 -

Conceptos fundamentales

asociados al PC

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

— E. Dijkstra

En este trabajo se considera al PC como un método para la resolución de de problemas. Por lo tanto, para presentar y describir sus nociones elementales se tendrán en cuenta tanto conceptos asociados al PC como a una de las estrategias más famosa para resolver problemas.

Al encontrarnos frente a un problema existen diferentes modelos o estrategias que se pueden seguir para su resolución. El matemático George Pólya en 1957 define un método heurístico para la resolución de problemas. En éste se describe el comportamiento de un resolutor de problemas que recorre secuencialmente determinadas fases fundamentales pasando de una a otra sólo cuando se ha concluido con la anterior. El modelo de Pólya define un marco conceptual que consiste de cuatro etapas fundamentales: primero entender o analizar el problema donde se identifican los datos dados y se definen las incógnitas, segundo trazar o diseñar un plan donde se establece la relación entre los datos y las incógnitas y se buscan patrones, tercero ejecutar el plan de la posible solución donde se comprueba si son los pasos correctos y finalmente cuarto revisar la solución encontrada. Esta estrategia permite ir transformando el problema en una expresión más sencilla que se sepa y pueda resolver. Esta metodología puede pensarse como el instrumento heurístico que permite descubrir, interrelacionar y desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo, la

creatividad y la capacidad de inventiva similar a lo que sucede cuando se piensa computacionalmente “...If you can’t solve a problema, then there is an easier problem you can solve: find it.” (Pólya, 1957) En la Figura 1 se muestra una variante al modelo planteado por Pólya con una representación dinámica y cíclica de las etapas, se destaca la flexibilidad del flujo de ejecución ya que no supone una simple lista de pasos (López García, 2008). Por lo tanto, al igual que en el modelo original se pueden identificar cuatro fases generales que incluyen:

1. **COMPRENDER/ANALIZAR EL PROBLEMA:** incluye las tareas de leer varias veces el problema para deducir cuál es el propósito y punto final del mismo, establecer los datos del problema abstrayendo aquellos relevantes de los descartables, precisar el resultado que se desea visualizar y trazar un diagrama o gráfico que ayude en la resolución.
2. **HACER/DISEÑAR EL PLAN/ALGORITMO:** en esta fase se descompone el problema en otros más pequeños, se seleccionan y establecen las operaciones a realizar buscando patrones con problemas anteriormente resueltos, se realiza un último filtrado de los datos importantes y finalmente, se fijan una serie de pasos para dar solución a la problemática planteada.
3. **EJECUTAR EL PLAN:** se ejecuta cada operación de la solución diseñada en el paso anterior, este paso puede incluir traducir o codificar el algoritmo planteado en un lenguaje de programación particular.
4. **ANALIZAR/REVISAR LA SOLUCIÓN:** esta etapa incluye verificar que la resolución encontrada es adecuada y completa, también se indaga si hay un resultado más óptimo.



Figura 1: Etapas en la resolución de problemas adaptado del método de Pólya

Por otro lado, el PC propiamente dicho, carece de un marco de referencia común que determine cuál es su definición y los componentes que lo forman. Muchas propuestas han

sido presentadas sobre los distintos conceptos que subyacen al PC, de la misma manera son muchas las formas de categorizarlos que han surgido ya sea para presentarlos, analizarlos o evaluar el desarrollo de estos conocimientos durante el aprendizaje (Denning, 2009) (Aho, 2012) (Brennan & Resnick, 2012) (Zapotecatl Lopez, 2014) (Arranz de la Fuente & Pérez García, 2017).

En el PC lo importante son las ideas o conocimientos que subyacen, no las máquinas o herramientas tecnológicas. Es así que, teniendo en cuenta el modelo antes descrito y dando preponderancia a las nociones elementales determinantes de la resolución de problemas o de la elección de caminos para resolverlos, se van a distinguir dos categorías para su descripción **Conceptos cognitivos** y **Conceptos prácticos**. Es importante destacar que no se está definiendo una taxonomía o clasificación cerrada, es perfectamente posible que en un método o procedimiento que se catalogue como simulación haya elementos de abstracción e indiscutiblemente de algoritmo.

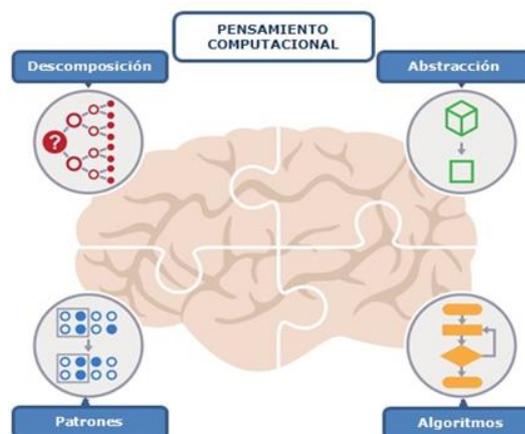


Figura 2: Cuatro de los pilares fundamentales del PC

1. **Conceptos cognitivos:** que incluye los procesos mentales y pilares del mismo, como por ejemplo, *descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos*¹¹. Son aquellos recursos que utilizan los programadores a la hora de crear programas de distintos tipos que son aplicables en otros contextos, ya sean de programación o no. En la siguiente tabla se realiza una descripción de cuatro de los pilares del PC y un ejemplo explicativo del

¹¹ Esta lista no es exhaustiva pero es en la que se apoya este trabajo.

concepto, los cuales que son citados nuevamente en el Capítulo 6 de este trabajo:

	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Descomposición	<p>Consiste en dividir un problema complejo (situación o tarea) en subproblemas más pequeños y manejables cuyas soluciones combinadas proveen la solución al problema general. En algunos casos, la solución es muy simple y puede resultar discutible la conveniencia de las subtareas. Sin embargo, consideramos como necesario y relevante que el modelo de solución elegido sea expresado a través de subtareas nombradas en forma adecuada y coherente con la parte del problema que representan. Cada vez que se busca solucionar algún problema, es necesario reflexionar acerca de si realmente se comprende el enunciado del problema qué es lo que se está planeando y qué se pretende resolver para ver si es posible encontrar subtareas que me faciliten a lo que quiero llegar.</p>	<p>En matemática puede ser deseable descomponer una ecuación muy compleja en operaciones más simples que se puedan resolver para luego unificar los resultados intermedios.</p> <p>En un problema simple cotidiano de preparar un bizcochuelo de chocolate, una posible descomposición de la tarea puede ser:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprar los ingredientes. 2. Precalentar el horno. 3. Mezclar los ingredientes. 4. Cocinar los ingredientes mezclados.
	<p>Consiste en buscar similitudes entre distintos problemas y dentro de un mismo problema.</p>	<p>En matemática se puede reconocer un patrón al multiplicar por 10, 100 o</p>

<p>Reconocimiento de patrones</p>	<p>Se trata de encontrar las similitudes o patrones entre los subproblemas de un problema complejo, con otro similar ya descompuesto y resuelto efectivamente. Los patrones hacen que la tarea sea más sencilla. Los problemas son más fáciles de resolver cuando comparten patrones, ya que es posible utilizar la misma solución para resolver problemas donde quiera que exista el mismo patrón. Mientras más patrones se puedan encontrar, más fácil y rápida será nuestra tarea general de resolución de problema. Para encontrar patrones entre los problemas buscamos cosas que son las mismas (o muy similares) en cada problema.</p>	<p>1000 un número ya que lo único que tengo que hacer es agregar la cantidad de ceros después de cualquier número que quiera multiplicar.</p> <p>En el ejemplo de preparar un bizcochuelo, una vez que se sabe cómo prepararlo de un tipo particular se puede ver que la receta de otro tipo de bizcochuelo no es tan diferente, es decir existen patrones que se mantienen.</p>
	<p>Es identificar y extraer información relevante para definir ideas principales o detalles específicos. Es decir, filtrar, fundamentalmente ignorando, las características en las cuales no es necesario focalizarse. La abstracción es la habilidad que le permite al ser humano reducir o eliminar la complejidad, al considerar</p>	<p>En matemática se puede observar en el proceso de operacionalización donde una variable es llevada desde un nivel abstracto a un plano más específico y concreto.</p> <p>En el ejemplo de la preparación de un bizcochuelo, un bizcochuelo modelo no sería uno</p>

<p>Abstracción</p>	<p>solamente lo esencial de un problema que se está analizando. A partir de esto se crea una representación, modelo o idea de lo que se está tratando de resolver, centrándose sólo en la información importante, ignorando detalles irrelevantes. Ahora bien, para poder determinar qué elementos disponer para la solución y de qué manera, qué cosas considerar a la hora de realizar la solución y cuáles son los componentes que interactúan en la solución para obtener la respuesta deseada, es necesario haber entendido y analizado cuidadosamente el problema. La abstracción permite crear una idea general, como un "modelo" de lo que es el problema y cómo solucionarlo.</p>	<p>específico, como de chocolate o limón. En cambio, el modelo representaría todos los bizcochuelos que se pueden preparar, tal cual se especificó en el ejemplo planteado para el pilar anterior. A partir de este modelo se puede aprender a hornear otro de cualquier sabor, utilizando los patrones. Pero para eso tuvimos que abstraer, filtrar lo esencial y relevante al problema, descartando datos como la forma o destinatario del bizcochuelo que no competen al problema tal cuál fue planteado.</p>
<p>Algoritmos</p>	<p>Es un conjunto de instrucciones que se identifican y se planifican en un orden en el que deben llevarse a cabo para resolver un problema o para hacer una tarea específica. Las instrucciones deben ser claras y precisas para aquel que vaya a ejecutar el algoritmo. Es decir, consiste en el desarrollo de una solución paso a</p>	<p>En matemática, por ejemplo para la resolución de ecuaciones de una variable se puede aplicar una serie de pasos que facilitan el proceso de encontrar una solución y es aplicable a toda ecuación con características similares. En el proceso de atarse los</p>

	paso para el problema.	cordones de los zapatos, tomarse una taza de té, vestirse o preparar un bizcochuelo como el propuesto anteriormente. Es importante entender que las tareas deben estar en un orden, ser precisas y específicas, no ambiguas y teniendo en cuenta quién va a ejecutarlas.
--	------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. **Conceptos prácticos:** que representan los resultados tangibles implementados en la práctica en diferentes experiencias, como por ejemplo, *automatización, representación de datos, generalización de patrones, simulación, paralelismo*, etc. A continuación se realiza una breve descripción de cada una de estas prácticas para clarificar su significado en este trabajo:

	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Automatización	Es el uso de computadoras u otro tipo de máquinas para que realicen tareas repetitivas.	Se está usando habitualmente en los procesos de producción de diferentes elementos: autos, artículos electrónicos, etc. Se usa la automatización para realizar tareas que tardan mucho tiempo en completarse utilizando un proceso manual.
Simulación	Es el desarrollo de un modelo para imitar procesos del mundo real.	En el área de la física para replicar la inercia de los objetos o en geología la

		erupción de los volcanes.
Paralelismo	Es el procesamiento simultáneo de operaciones más pequeñas de una tarea más grande para alcanzar de manera más eficiente un objetivo común.	En el análisis de una secuencia de ADN ésta se divide en tareas más pequeñas y se analiza simultáneamente en diferentes computadoras para que el análisis completo se pueda procesar de manera más eficiente.
Recopilación y Análisis de datos	Es el proceso de reunir información dando sentido a los datos al encontrar esquemas o modelos que permiten comprender una situación.	Recopilar diferentes datos de los alumnos que ingresaron en un año específico en las distintas carreras de la facultad y a partir de esa muestra se puede usar el análisis de datos para obtener información que sea significativa y relevante para los dirigentes de dicha unidad académica.
Representación de datos	Es la acción de plasmar, organizar y reproducir los datos en gráficos, cuadros, palabras o imágenes apropiados.	Organizar y expresar visualmente mediante distintos tipos de gráficos un conjunto de datos con los valores de precipitaciones de la última semana en un lugar determinado.
	Se refiere a la creación de	En matemática se escriben

Generalización de patrones	modelos, reglas, principios o teorías de patrones observados y que se dan repetitivamente para probar resultados previstos.	fórmulas generalizadas en términos de variables en lugar de números, de tal manera que se pueda usar para resolver problemas con diferentes valores.
-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Al integrar los conocimientos sobre las fases de Pólya para la resolución de problemas y sobre las categorías descritas anteriormente para el PC se pueden distinguir varios conceptos compartidos. En conclusión, un pensador computacional es alguien que para comprender un problema abstrae los datos relevantes y analiza los detalles, para trazar o diseñar un plan descompone el problema en subproblemas más simples, busca patrones, remueve datos irrelevante y abstrae detalles importantes construyendo un modelo de la solución para, a partir de definir los pasos para resolver el problema (algoritmo) luego lo pueda testear, para remover potenciales errores y de ser posible mejorar la solución. Por ejemplo, al jugar un videojuego, dependiendo del juego, para completar un nivel es necesario conocer qué elementos necesita juntar, cómo puede hacerlo y cuánto tiempo tiene para recogerlos, qué tipos de limitaciones o restricciones existen, sus debilidades, cómo se puede llegar a ganar y cuál es el estado final a alcanzar para ganar¹². A partir de estos detalles se puede elaborar una estrategia para completar el nivel de la manera más eficiente. Por ejemplo, en el famoso juego Donkey Kong (ver Figura 3) para pasar a un próximo nivel en el juego se deben superar 4 zonas o fases de diferente dificultad para rescatar del gorila a Pauline. Cuando se llega a ella, el jugador recibe una puntuación basada en destruir objetos, evitarlos, completar la zona y recoger objetos. Así, durante el proceso de resolver un problema, pasar un nivel en el juego, el PC se pone en juego cuando:

- Se descompone el mismo en pequeños subproblemas. Por ejemplo, un subproblema puede ser cómo sortear cada una de las fases en que se divide el juego para pasar a un próximo nivel (*Descomposición*).
- Se utiliza conocimiento de problemas similares resueltos con anterioridad. Por ejemplo, los distintos niveles pasan los mismas 4 fases pero requiriendo un tiempo menor para pasarla de dificultad creciente. Un

¹² <https://www.bbc.com/bitesize/guides/zp92mp3/revision/2>

ejemplo es la velocidad en la que Donkey Kong tira barriles, o las bolas de fuego, que son más rápidas (*Reconocimiento de Patrones*).

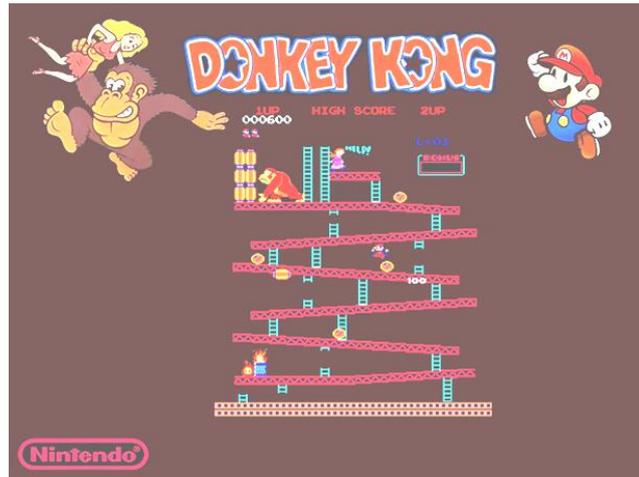


Figura 3: Interface del juego Donkey Kong

- Se centra la atención en las características más importantes. Por ejemplo, qué es necesario hacer para superar una fase (saltar barriles, esquivar bolas de fuego, etc) sin tener en cuenta aspectos irrelevantes, como cuál es la inclinación de las viga a escalar (*Abstracción*).
- Se elabora un plan de acción a ejecutar (*Algoritmo*).

En síntesis, de este capítulo es importante destacar que para introducir todos los conceptos vinculados al PC no existe una única taxonomía estricta y definida formalmente. Además, en las dos partes de este trabajo se plantea al PC como un método para la resolución de problema. El capítulo se orienta primero a describir las 4 fases definidas por Pólya para resolver un problema: **Comprender el problema, Diseñar un plan, Ejecutar el plan y Revisar la solución**, luego a delinear una categorización de los conceptos asociados al PC en **Conceptos cognitivos** y **Conceptos prácticos** y, finalmente, plantear la relación entre estos saberes.

Capítulo 4 -

Habilidades asociadas al PC

*“...estamos preparando a los estudiantes para trabajos que no existen todavía,
para usar tecnologías que no se han inventado,
para solucionar problemas que todavía no sabemos que lo son.”*
— K. Fisch

El siglo XXI nos desafía con grandes cambios sociales, tecnológicos, económicos, culturales y en general, en todos los ámbitos de nuestras vidas con implicancias significativas para la educación. Por este motivo desde la educación existe una preocupación permanente ya que genera exigencias con respecto a las competencias futuras que se requieren de los estudiantes actuales. Éstos deben ser capaces de abordar la complejidad, la sobre información, la incertidumbre, la velocidad de la innovación tecnológica y la adaptación a un mundo en constante cambio, entre otras intensas transformaciones existentes. Richard Riley¹³, expresó *“Estamos preparando a los estudiantes para trabajos que todavía no existen... que utilizarán tecnologías aún no inventadas. Para resolver problemas que ni siquiera conocemos aún...”*. En este contexto, es que se requieren dar respuestas efectivas a estos nuevos desafíos, aprender no solo conocimiento sino también aquellas destrezas o habilidades para trabajar con ese conocimiento. Así mismo, la mayor transformación está dada por la disminución de los trabajos tradicionales o repetitivos y un aumento significativo de aquellos que requerirán de tareas no rutinarias y cambiantes. En estos empleos no tradicionales los requerimientos estarán condicionados no sólo a las *competencias “duras”* sino también a las denominadas

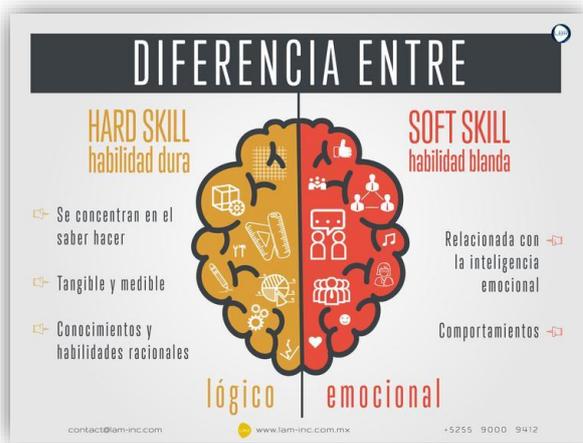
¹³ Ex ministro de educación de Estados Unidos.

competencias “blandas”. Los lineamientos establecidos desde la UNESCO¹⁴ en 1996 ya planteaban que se debía:

- Aprender a **conocer**, que es la actividad más tradicional de la enseñanza a través de la transmisión de conocimientos del profesor al alumno, aunque complementada con nuevos aspectos (competencias “duras”).
- Aprender a **hacer**, que es la actividad práctica mediante la capacitación del estudiante para enfrentarse a determinadas tareas (competencias “duras”).
- Aprender a **vivir juntos**, que es la actividad de comprender al otro y los valores del pluralismo, la percepción de las formas de interdependencia sin renunciar a las propias ideas (competencias “blandas”).
- Aprender a **ser**, supone el desarrollo de la personalidad, de la autonomía personal, del juicio y de la responsabilidad (competencias “blandas”).

Una demanda alta y específica en empleo está asociada directamente con el rendimiento y dedicación en los estudios superiores y profesionales, formando

sujetos con nuevas destrezas básicas. El estudiante en el ámbito universitario debe desarrollar y/o fortalecer habilidades tanto “duras” o cognitivas como “blandas” o emocionales que le permitan crecer personal y profesionalmente a lo largo de su vida y adaptarse al mundo actual. En



coincidencia con UNESCO entre estas competencias se incluyen: tomar decisiones en forma autónoma actuando proactivamente, resolver problemas y conflictos viendo en ellos oportunidades de crecer y progresar, controlar la tolerancia a las fallas, tensiones y estrés, desarrollar un pensamiento crítico y creativo para llegar a conclusiones propias en base a cuestionamientos personales y discernir entre la gran cantidad de información disponible cuál es útil y cuál no en función de un determinado objetivo. Así mismo, en cuanto a las relaciones interpersonales el estudiante debe ser competente en el trabajo en equipo y la

¹⁴ UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

interacción con personas de diferentes culturas e ideología afianzando la capacidad de empatía, comunicación y manejo de sentimientos y emociones. (Barr, Harrison, & Conery, 2011) (Zapata-Ros, 2015).

Por otro lado, el modelo complejo de la práctica áulica condiciona y contextualiza las relaciones de dependencia y autonomía entre los sujetos participantes y sus modos de vincularse con el conocimiento y a través del conocimiento. Teniendo en cuenta las competencias que se necesitan desarrollar, es importante que en la práctica educativa se pueda comprender y analizar al sujeto que aprende teniendo en cuenta todo el contexto (temporal, económico, político, tecnológico y cultural). Así mismo, cada institución educativa tiene su propia vida cotidiana; costumbres, características, actividades habituales y modos de proceder diariamente que le son propios o particulares. En este contexto, el educador está obligado a adaptar los contenidos a un grupo diverso de alumnos, a la vez que realiza una transposición didáctica transformando el objeto de saber a enseñar en el objeto de enseñanza que impartirá en la práctica. El docente debe intervenir en el proceso de comprensión y construcción de los conceptos científicos con la finalidad de lograr mejorar la enseñanza, aunque se enfrente permanentemente a obstáculos epistemológicos propios de los alumnos en el proceso de adquisición de ciertos conceptos. Así mismo, será también beneficioso que los educadores puedan determinar la zona de desarrollo próximo de los estudiantes para favorecer su aprendizaje teniendo en cuenta que “la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad para resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vigotsky, 1988).

Por otra parte, la gradualidad del modelo educativo actual contempla la psicología evolutiva de los alumnos pero no estaría reparando en la multiplicidad de inteligencias del colectivo de alumnos que hoy están presentes en las aulas. Howard Gardner introduce el modelo de las inteligencias múltiples mencionando que éstas son independientes entre sí pero todas forman un conjunto, así en cada persona están presentes las ocho inteligencias en diferentes niveles de desarrollo (Gardner, 2011). En este sentido, es importante destacar para este trabajo especialmente a las capacidades: **Lingüística** para hablar, escribir eficazmente, habilidades en la lectura, la escritura y en el escuchar, **Interpersonal** para trabajar con las personas y ayudarlas, reconocer el estado de ánimo, sentimiento y

personalidades de otros, **Lógico-Matemática** para los cálculos, formular y verificar hipótesis, razonamientos y uso del método científico, **Espacial-Artística** para presentar ideas visuales, crear gráficos, diseñar y reconocer detalles y la **Intrapersonal** para plantearse metas, controlar el propio pensamiento y definir prioridades, para la reflexión, organización y disciplina personal. La aplicación de distintas estrategias de enseñanza puede facilitar el desarrollo de ciertas capacidades en los estudiantes que no se corresponden necesariamente a las de su inteligencia dominante. Por lo tanto, una práctica y ejercitación adecuada beneficia y promueve el desarrollo de las distintas capacidades involucradas y habilidades relacionadas a cada inteligencia. En el desarrollo del PC está implícita la idea que compete e incluye no sólo aprender los conceptos teóricos involucrados sino también fomentar las capacidades asociadas. En el PC se sostiene que hay una forma específica de pensar, de organizar y de representar las ideas que favorece la manera de resolver problemas y entender el mundo real. Así, a partir de los conocimientos asociados al PC descritos en el capítulo anterior, es importante definir las habilidades asociadas a estas nociones. En esto se da un proceso espiralado ascendente entre el desarrollo de habilidades y destrezas para el desarrollo del PC y la adquisición de hábitos y actitudes que favorecen estas competencias computacionales. El PC está constituido por competencias claves que sirven y son valiosas para aprender y comprender ideas, procesos y fenómenos para operaciones cognitivas y elaboraciones complejas que de otra forma serían más difíciles o imposible de realizar ya sean éstas del ámbito computacional o no. El PC condiciona a una forma específica de pensar propicia para el análisis, organización y representación lógica de ideas. De esta manera, se considera como un conjunto de habilidades esenciales para la vida en la mayoría de los casos y como una actitud especial para afrontar problemas científicos, tecnológicos o cotidianos. Esas habilidades se ven favorecidas con ciertas actividades y con ciertos entornos de aprendizaje desde las primeras etapas formales del sistema educativo. Miguel Zapata-Ros establece una lista de pensamientos que es interesante recuperar en este trabajo ya que guían al aprendizaje basado en el PC (Zapata-Ros, 2015):

- En el PC se conceptualiza, no se programa: se requiere un pensamiento en múltiples niveles de abstracción, la codificación no es lo esencial; los conceptos que subyacen lo son.
- En el PC son fundamentales las habilidades no memorísticas: entendiendo lo memorístico como mecánico o rutinario, para pensar computacionalmente

hace falta una mente imaginativa o creatividad. Esto es muy parecido al pensamiento divergente concebido por Pólya (Pólya, 1957).

- En el PC se complementa y se combina el pensamiento matemático con la ingeniería: la computación como muchas otras ciencias tiene sus fundamentos formales en las matemáticas proporcionando la ingeniería su filosofía práctica para interactuar con el mundo real.

Desde el PC se incentiva un aprestamiento, basado en actividades y experiencias, que promueva el desarrollo de habilidades y destrezas, tanto cognitivas como emocionales, para la adquisición de hábitos y actitudes positivas que permita alcanzar un nivel de éxito en el aprendizaje. En este sentido, las competencias asociadas al PC se corresponden a los requerimientos esenciales del siglo XXI especificados al principio del capítulo, y se pueden clasificar en dos categorías: las competencias cognitivas o técnicas y las de carácter personal o emocional:

1. Competencias Cognitivas y Técnicas: asociadas con las habilidades duras y en relación a los tipos de inteligencias enumerados, el PC influye en el razonamiento Lógico-matemático y Lingüístico. También interviene en la inteligencia Espacial-artística pero en un porcentaje menor que en las anteriores a partir del diseño de mapas mentales y diagramas de flujo¹⁵. Estas destrezas son similares y necesarias para la solución de una ecuación, planificar un proyecto o desarrollar un bosquejo para una tarea escrita. Según la Sociedad ISTE y CSTA, el PC es un proceso para la solución de problemas que supone tener conocimientos en:

- Formular problemas de forma que se pueda usar una computadora y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- Analizar y organizar los datos de forma lógica.
- Representar los datos de forma abstracta como modelos y simulaciones.
- Automatizar la solución con pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados)
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con la meta de lograr la más eficaz y eficiente combinación de pasos y recursos.

¹⁵ Diagrama de flujo (DF) es la representación gráfica de un algoritmo o proceso.

- Generalizar y transferir este proceso de solución de problemas a otros problemas.

2. Competencias personales y emocionales: actividades y experiencias para desarrollar el PC favorecerían las capacidades asociadas a la inteligencia interpersonal e intrapersonal. En este sentido, promueve las prácticas colaborativas, incentiva a la autonomía y creatividad, motiva a ordenar, organizar y adaptarse a las situaciones, implica a los sujetos en el trabajo en equipo. Para lograr esto, la ISTE y CSTA especifica que en el desarrollo del PC los estudiantes ejercitan una serie de destrezas que incluye:

- Confianza al trabajar con la complejidad.
- Persistencia al trabajar con problemas difíciles.
- Tolerancia a la ambigüedad.
- Habilidad para lidiar con problemas abiertos y cerrados.
- Habilidad para comunicarse y trabajar con otros para lograr una meta en común y soluciones.

En síntesis, en este capítulo se hace énfasis sobre lo relevante y necesario de complementar con la enseñanza de los conceptos vinculados al PC, las prácticas que promueven el desarrollo de sus distintas habilidades. La formación de hábitos de PC en los nuevos profesionales supone fomentar no sólo las competencias técnicas sino también las habilidades interpersonales e intrapersonales, en concordancia a los requerimientos del mundo actual.





SEGUNDA PARTE:

EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE

CON PC EN CTIM

PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR

*“Todos nosotros sabemos algo.
Todos nosotros ignoramos algo.
Por eso, aprendemos siempre.”
— P. Freire*

En la primera parte de este trabajo se detalla el marco teórico que sustenta a esta segunda parte que abarca un contenido más práctico y experimental. En el capítulo 5 se argumenta la razón para aplicar el PC en prácticas educativas de carreras no vinculadas a la computación. El capítulo 6 describe una modalidad denominada *unplugged* y su empleo en un proyecto en formato taller que fue planificado e implementado para distintas carreras de la Universidad Nacional de San Luis. Dicha propuesta presenta las nociones básicas del PC y su posibilidad de aplicabilidad en dominios independientes de las ciencias de la computación. En los capítulos siguientes se plantean los posibles beneficios que puede aportar el desarrollo del PC a diferentes áreas como las ciencias sociales, las ciencias naturales y la matemática. Además se comparten algunas experiencias ya implementadas.

Capítulo 5 -

PC para CTIM

*“La mente que se abre a una nueva idea,
jamás volverá a su tamaño original.”*
— A. Einstein

El alcance de aplicación del PC en la resolución de problemas es muy amplio. El PC haría viable la reformulación de problemas difíciles mediante el modelado, la descomposición y transformación para encontrar más fácilmente una posible solución. Por este motivo, Wing asegura que “...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.” (Zuñiga, Rosas, Fernández, & Guerrero, 2014) p. 341. De esta manera, es evidente el beneficio que aportaría incluir propuestas que trabajen en el desarrollo del PC en la educación formal, no sólo en asignaturas vinculadas a la computación sino en cualquier disciplina y en los distintos niveles educativos. Al respecto de esto, Edward Foxremarcay advierte que “...este es realmente un problema tridimensional. Tenemos aspectos del pensamiento computacional o de la informática, tenemos las otras disciplinas con las que estamos hablando, y tenemos la pedagogía... Estamos tratando de poblar una matriz tridimensional con las mejores situaciones en cada uno de estos diferentes entornos y averiguar cuáles son los que funcionan.” (Linn, Aho, Blake, & Constable, 2010) p.32

A partir de lo planteado inicialmente por Wing y lo recapitulado al principio, las competencias de PC no son exclusivas para expertos en computación o alumnos de áreas

vinculadas a la informática, sino que también pueden resultar de utilidad para estudiantes de carreras relacionadas a las CTIM, como se ve representado en la *Figura 4* (Yadav, Stephenson, & Hong, 2017). A partir de esto, pueden surgir algunos interrogantes con respecto al PC:

- ✚ ¿Cómo influyen los hábitos, prácticas o experiencias anteriores del sujeto en la predisposición para desarrollar el PC?
- ✚ ¿Todo sujeto puede ser condicionado a pensar “computacionalmente”? ¿el desarrollo de este tipo de pensamiento beneficiará su aprendizaje en otras áreas?
- ✚ ¿Cómo es la relación entre la/las inteligencias más cercanas al PC y el resto de las inteligencias? ¿Existe tal relación?
- ✚ ¿El desarrollo del PC puede estimular diferentes capacidades propias a los tipos de inteligencias identificadas por Gardner? (Gardner, 2000):
- ✚ En relación a la resolución de problema, ¿Qué tipo de problemas son lo más convenientes a ser planteados con el PC? ¿Cuáles son algunos ejemplos?
- ✚ ¿Cómo, si es que lo hace, el PC varía según la disciplina? ¿Cuál sería la naturaleza del PC para biólogos, ingenieros, economistas, abogados, médicos, físicos, historiadores, sociólogos, docentes, etc.?
- ✚ ¿Cuáles son las exposiciones y experiencias necesarias para desarrollar el nivel de pensamiento computacional necesario en diversas disciplinas?
- ✚ ¿Cuál es el valor del PC para los no científicos? ¿Podría mejorar la productividad de los trabajadores?

Al ser un tópico relativamente nuevo, muchos cuestionamientos siguen sin responderse y muchos más van surgiendo. En este sentido, el estudio de la bibliografía existente sobre el tema y el análisis de las implementaciones ya realizadas en distintos niveles educativos que se realiza en este trabajo es el preludio para en un futuro encontrar respuestas aproximadas a los interrogantes aún sin respuestas.

La utilización de diferentes tecnologías y recursos tecnológicos logra en los sujetos cierta experticia y desarrolla procesos de pensamientos en la resolución de problemas cotidianos que se basan en el PC. Algunos autores señalan que aunque los estudiantes no hayan formado parte de propuestas educativas formales e intencionales que las promuevan,

constituye como un tercer pilar de la ciencia, junto con la teoría y la experimentación. Este tercer pilar es el marco que une tres elementos: el Hardware, el Software y las Ciencias que involucra a investigadores provenientes de distintas áreas que cuestionan, indagan y exploran sobre los problemas que surgen. Así por ejemplo, los investigadores en Bioinformática implementan algoritmos que facilitan la comprensión de los procesos biológicos mediante el aprendizaje automático para interpretar mejor los procesos celulares, el genoma humano y la medicina en general (Wing, 2008).

De esta manera y con la realidad descrita, desde la universidad se podría plantear ¿qué acciones se pueden realizar para desarrollar el PC de los estudiantes que actualmente llegan a nuestras aulas sin distinguir disciplinas ni carreras? En este contexto, sería factible que los profesores de ciencias de la computación puedan ofrecer espacios curriculares para el desarrollo y práctica del PC a estudiantes universitarios de primer año de carreras no afines a la computación. De este modo, se difunde e incentiva el interés por el PC en los estudiantes cualquiera sea la disciplina a la que se dediquen, con el fin de que el PC sea parte de un vocabulario común (Wing, 2006) (Wing, 2016).

Finalmente, como se prevé y se cita anteriormente, el espacio conceptual en el que es posible aplicar el PC es mucho más amplio de lo que la mayoría de la gente imagina, abarca gran cantidad de disciplinas y campos de acción. Sin embargo, su incorporación intencional en el ámbito educativo debe ser planificada evaluando su viabilidad para cada situación particular ya que dicha tarea implica también un cuidadoso trabajo interdisciplinario (Kuster, Symms, May, & Hu, 2011).

Capítulo 6 - Taller de PC unplugged para CTIM

“Los hombres aprenden mientras enseñan.”
— Séneca

“Si quieres aprender algo, enseña.”
— Cicerón

El PC **Unplugged**¹⁷ se trata de una modalidad para enseñar conceptos de las ciencias de la computación a través de una colección de actividades didácticas que no requieren contar con computadora o recurso tecnológico específico para su realización. Esta nueva iniciativa para el desarrollo del PC cuenta desde sus comienzos con el apoyo de Google Inc. que inspirado por los resultados alentadores crea un sitio propio para tal recurso. Dicho sitio se actualiza periódicamente con recursos unplugged brindando soporte a los profesores sobre el funcionamiento de este tipo de actividades. Todo el material disponible es de código abierto, publicado bajo una licencia Creative Commons BY-NC-SA, lo que permite copiarlo, compartirlo y modificarlo (Google Inc., 2012).

Los principios de las actividades *unplugged* son:

- ✚ **No requieren computadoras:** las actividades no dependen de las computadoras. Esto evita la confusión de la computación con la programación,

¹⁷ *Unplugged en español significa desenchufado o desconectado.*

haciendo posible que las actividades sean llevadas a cabo por quienes no cuenten con computadoras.

- ✚ **Conceptos de las ciencias de la computación:** se presentan conceptos fundamentales de computación: algoritmos, abstracción, reconocimiento de patrones, descomposición, automatización, simulación, etc. La programación puede ser un medio, pero no un fin.
- ✚ **Aprender haciendo:** las actividades tienden a ser totalmente prácticas, animan un enfoque constructivista incentivando el trabajo en equipo.
- ✚ **Divertirse:** las actividades propuestas pretenden ser divertidas y atractivas: puzzles, desafíos, concursos y resolución de problemas cotidianos que sean interesantes y curiosos.
- ✚ **No hay equipo especializado:** las actividades requieren materiales simples, de uso cotidiano que se pueden encontrar en el aula o se pueden conseguir fácilmente y a bajo costo.
- ✚ **Se propicia la innovación:** se incentiva la distribución mediante la licencia de *Creative Commons*, que permite compartir abiertamente los contenidos (con reconocimiento), autorizando las modificaciones y ampliaciones a los recursos compartidos.
- ✚ **Para todos:** al fomentar la innovación, también incentiva la adaptación local de las actividades para que las mismas adquieran significado para los estudiantes.
- ✚ **Cooperación:** se promueve la cooperación, la comunicación y el trabajo en equipo.
- ✚ **Actividades independientes y flexibilidad en el uso:** se generan módulos independientes o autónomos, lo que permite ser utilizados libremente unos de otros.

En este contexto y como parte de este trabajo final se implementa y se lleva a la práctica un taller con actividades *unplugged* para alumnos y docentes de carreras no vinculadas a la Computación. Dicho taller denominado *Pensando Computacionalmente: ¿cómo, cuándo y dónde? y... ¿quiénes?* fue parte del IV Congreso Latinoamericano de Arte, Educación, Comunicación y Discursos en las instalaciones de la U.N.S.L. del 1 al 4

de agosto del 2017. Los resultados obtenidos de la implementación de esta propuesta están publicados en las actas de un congreso nacional de educación (Rosas, Zuñiga, Fernández, & Guerrero, 2018).

En dicho taller se presentaron las nociones básicas del PC y su posibilidad de aplicabilidad para la resolución de problemas en dominios independientes de las Ciencias de la Computación. El enfoque estuvo centrado en que las competencias de PC no son exclusivas para expertos en computación o alumnos de áreas vinculadas a la informática como se explica en el capítulo anterior. Así, toda persona implícitamente y diariamente da solución a situaciones cotidianas de forma natural valiéndose de conceptos propios del PC. Los contenidos temáticos que se desarrollaron fueron:

- Conceptos teóricos y operacionales del PC, entendiéndolo como el conjunto de los procesos de pensamiento implicados en la definición de problemas y la representación de sus soluciones, de manera que dichas soluciones pueden ser efectivamente ejecutadas por un agente de procesamiento de información (humano, computadora o combinación de ambos)
- Presentación de 4 de los pilares principales del PC, operacionalmente éste incluye descomponer un problema, reconocer patrones del problema o subproblemas divididos con otros similares, usar la abstracción para generalizar y formular una solución al problema y basada en ésta, crear y ejecutar un algoritmo para la solución efectiva.
- Prácticas de descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmia, conceptos operacionales principales que incluyen cada uno de los 4 pilares del PC que se trabajarán en el taller.
- El PC y su abordaje en distintas disciplinas

El taller se implementó en una modalidad similar a la clase invertida, ya que se trabajó con los distintos ejercicios prácticos para luego introducir el concepto correspondiente.

Resumiendo, las actividades desarrolladas durante el taller fueron:

Actividad 1: Presentación e Introducción

A partir de una secuencia de tareas se pretende que los participantes descubran los conceptos principales que se profundizarán en el taller sobre PC.

Actividad 2: Reconociendo los 4 pilares del PC

En grupo, se trabaja en buscar y reconocer los distintos pilares del PC que se aplican en la resolución de “problemas” cotidianos. Por ejemplo, Dibujar un animal, Ver una película en la televisión, Escribir un email, etc.

Actividad 3: “Dividir para conquistar”

Se trabaja con los participantes sobre la descomposición de un problema “complejo” en varios subproblemas, como método para encontrar más fácilmente una solución. Por ejemplo, cuando debemos realizar una comida de varios pasos siguiendo una receta de cocina, una planificación de un viaje, una coreografía de un baile, una operación matemática o el dibujo de un paisaje.

Actividad 4: “No reinventar la rueda”

El reconocimiento de patrones permite la reutilización de soluciones a problemas con características similares. Se planifican actividades que guíen a identificar cuáles soluciones pueden reutilizarse con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo. Por ejemplo, en el dibujo de un paisaje reutilizar el dibujo de los árboles en distintas medidas, o si dibujamos un gato podemos reusar el dibujo para otro gato con color de pelo, de ojos y de tamaño diferente, es decir para cualquiera de los “modelos” de gatos que se muestran en la *Figura 5*.



Figura 5: Modelos de gatos para reconocer patrones

Actividad 5: “La abstracción es real”

A partir de problemas que se presenten, incentivar a la creación de representaciones, modelos o ideas, pero a través de una guía que permita focalizar sólo en la información importante, ignorando detalles irrelevantes. Por ejemplo, al dibujar un árbol como parte de

un paisaje tal vez no necesite saber cómo las raíces crecen bajo tierra o cómo es el proceso de fotosíntesis de las plantas.

Actividad 6: “¿Qué problema!”

A partir de problemas que se planteen, guiar a la resolución de los mismos a partir de una secuencia de pasos. Por ejemplo en la *Figura 6* se plantea un algoritmo para solucionar el problema de no conciliar el sueño. Finalmente, mostrar que varios algoritmos pueden llevar a encontrar la solución a un mismo problema. Por ejemplo, para llegar a una ubicación física en la ciudad se pueden planear varios recorridos o caminos que nos llevan a la misma meta.



Figura 6: Algoritmo que soluciona el problema de no poder dormir

Actividad 7: Cierre del taller - Puesta en común

A modo de cierre, se realiza una puesta en común con panel de preguntas disparadoras que permitan reflexionar acerca del PC y sus cuatro pilares, como por ejemplo:

1. ¿Cuál de los pilares del PC reconoce cómo el más aplicado en sus actividades cotidianas?
2. ¿Es posible percibir en otras disciplinas algunas de las habilidades del PC presentadas? ¿En cuáles?
3. ¿Sería viable y beneficioso incorporar actividades planificadas aplicando el PC para ayudar a la comprensión de conceptos propios de otras disciplinas? ¿Por qué?

Con la intención de indagar las concepciones previas de docentes y estudiantes sobre el PC y su aplicabilidad en la resolución de problemas de índole general se realizó a los participantes un cuestionario simple. El mismo cuestionario fue tomado en dos momentos, uno al inicio del taller (Pre) y uno al final del mismo (Pos), de modo tal que permita observar posibles cambios en las manifestaciones de los participantes sobre el concepto abordado.

El instrumento incluía las cuatro preguntas que motivaron el nombre seleccionado para el taller. Las preguntas específicamente estuvieron planteadas con respecto a ¿cómo aplicar el PC para la resolución de un problema general y cotidiano? ¿Cuándo y dónde se está utilizando el PC para resolver este tipo de problemas? y ¿quiénes pueden utilizar y desarrollar el PC como método al momento de resolver un problema?

A partir de un primer análisis de las respuestas obtenidas por pregunta se puede mencionar:

- ✚ En relación a la primera pregunta algunas de las respuestas del cuestionario **Pre** hacían referencia a aplicar el PC mediante procesos *ordenado de pensamientos, proceso lógicos, en base a secuencias* y analizando datos. Mientras que en el cuestionario **Pos** las respuestas mencionaban a algunos o todos los pilares presentados en el taller como medio para la aplicación de PC en la resolución de problemas.
- ✚ Con respecto a la segunda pregunta, no hubo una diferencia marcada entre las respuestas del cuestionario **Pre** y las del **Pos**. En general las respuestas estaban orientadas al hecho de que su posible aplicabilidad era en todo momento que se plantea una nueva situación problemática.
- ✚ En relación con la pregunta ¿dónde se está utilizando el PC para resolver este tipo de problemas? en el cuestionario Pre las respuestas mencionaron al ámbito educativo como único lugar de aplicación. Mientras que en el Pos las respuestas en su totalidad argumentaron que se puede aplicar en cualquier entorno.
- ✚ Finalmente, en lo que respecta a ¿quiénes? las opiniones señalaban fundamentalmente a personas que se desempeñan en un contexto netamente informático y a quienes enseñan y aprenden contenidos relacionados a la tecnología. Esta concepción se vio fuertemente modificada en las respuestas

posteriores al taller, ya que la totalidad de participantes indicaron que todas las personas pueden utilizar y desarrollar el PC con el fin de resolver una situación problemática.

Es importante mencionar también que al finalizar el taller todos los asistentes resaltaron el hecho de que pudieron aplicar el PC en la resolución de distintos tipos de problemas sin el uso de computadoras ni recurso tecnológico alguno lo que era muy diferente a la concepción que ellos tenían con respecto al PC.

Capítulo 7 -

PC en las Ciencias

Sociales y Naturales

*“No es la especie más fuerte la que sobrevive,
ni la más inteligentes,
sino la más receptiva al cambio.”*
—C. Darwin

El sentido de incorporar el PC en espacios curriculares no computacionales es una cuestión relevante de exponer previo a listar algunos de los aportes del mismo en las áreas de las ciencias sociales y naturales.

En este sentido, los estudiantes se apropian del conocimiento, pero la forma de resignificarlo dependerá de sus conocimientos previos, sus intereses particulares y especialmente de su área de aplicación. El conocimiento es significación y ello incluye para quién y por quién se significa. Si bien las formas de conocimiento definen las formas de enseñanza, una de las características de la práctica de enseñanza es que es un proceso de intervención y mediación, ya que el docente es el que marca su impronta. El docente es el que asume una serie de decisiones previas y durante las actividades de la clase con respecto a la selección de contenidos, los modos de presentación de dichos contenidos, los tipos de interacción entre los participantes y la forma de evaluación. Estas decisiones provienen de posicionamientos teóricos, epistemológicos, sociales, culturales, de caracterizaciones del alumno y de la enseñanza a impartir, lo que determina conjuntamente la forma de enseñar (Edelstein, 2000). Así mismo, la incorporación de la tecnología y el uso sistemático de conceptos y recursos computacionales modifican al interior de las

disciplinas la manera de operar con el conocimiento, instaurando la necesidad de promover el desarrollo de nuevas y distintas capacidades que hasta el momento no eran requeridas para los profesionales en esos campos disciplinares. En este sentido, en los capítulos 7 y 8 se presenta al PC como soporte a la enseñanza de las ciencias naturales, sociales y de las matemáticas, incluyéndolo en propuestas educativas como refuerzo, colaborando y facilitando el aprendizaje de contenidos en dichas ciencias.

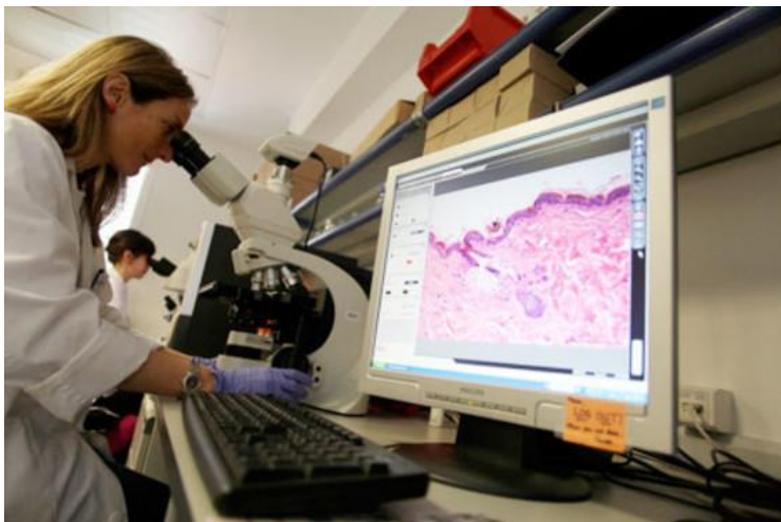
El desafío está en adecuar el contenido a los alumnos y al espacio disciplinar, por lo que la creatividad del docente y su capacidad en la planificación metodológica son puestas a prueba en esta tarea. De esta manera, resulta interesante diseñar actividades innovadoras con el objeto de generar una construcción de conocimiento y una comprensión significativa por parte del alumno (Camilloni, 1996). La comprensión significativa entendida como la capacidad de usar flexiblemente el conocimiento para aplicarlo en nuevas, diversas y desafiantes situaciones, como pueden ser las presentadas en el ámbito de las ciencias sociales y naturales (Blythe, 1999). Así mismo, la identificación y concordancia del estudiante con la disciplina elegida, lo ayuda a comprender el pensamiento particular de dicha área y los temas sustanciales de ésta, para que ellos utilicen de forma flexible sus conocimientos para adaptarlos y acoplarlos a situaciones nuevas, desconocidas e imprevistas, como puede ser en este caso particular el desarrollo del PC (Gardner, 2011). En este punto es importante recuperar lo que plantea Guzdial, la educación en computación enriquece el aprendizaje de distintas disciplinas pero de este modo también se está enriqueciendo y mejorando así misma (Guzdial, 2008). Esto se comprueba en el espacio que ocupa la “Tecnología Informática Aplicada en Educación” como una de las áreas temáticas con más publicaciones presentadas y publicadas en distintos congresos y workshops de informática con relevancia nacional e internacional¹⁸.

Por otro lado, Alicia De Alba define el currículum universitario complementándolo con la idea de currículum oculto, que son aquellos aprendizajes que están implícitos no especificados en forma escrita en el currículum formal (De Alba, 2003). De esta manera, el currículum está condicionado por el contexto y las personas, incluyéndose en la enseñanza

¹⁸ http://wicc.it.itba.edu.ar/areas_interes.html, <http://cacic2018.exa.unicen.edu.ar/>,
https://www.conaiisi2018mdp.org/ejes_tematicos.php?w=tg

mucho más de lo establecido y planeado de manera formal. Así, el sujeto que enseña está obligado a ser responsable tanto del “currículum evidente y formal” como del “currículum oculto”. En el currículum, se hace evidente el vínculo estrecho entre los integrantes de la triada conocimiento-alumno-docente. Con respecto al docente, su postura frente al currículum es fundamental y determinante en cuanto al qué, al cómo, al por qué y al para qué se enseñan los conocimientos que deben ser parte de la formación integral de los estudiantes. En este sentido, en la mayoría de las definiciones sobre currículum, está presente el conocimiento a impartir condicionado por el entorno. El sujeto que aprende forma parte de una sociedad a la que se debe amoldar y a la que debe responder, por lo tanto es fundamental que el docente conozca las nuevas exigencias y requerimientos cambiantes de la sociedad para enseñar acorde a esto (Bentolila, Pedranzani, & Clavijo, 2007). Por lo tanto, el tipo de persona a formar en un determinado momento y lugar determina e influye en cierta medida en el currículum a diseñar. Así, el cuestionamiento sería desde la universidad y desde nuestro lugar como docentes ¿Cuál es el tipo de sujeto que se quiere formar para esta sociedad específica y en este determinado momento histórico? Finalmente, esto nos lleva a remarcar la relevancia actual de incorporar los conceptos y el desarrollo de las habilidades vinculadas al PC en ámbitos como las ciencias sociales, naturales y matemática.

La articulación del PC con el área de las ciencias sociales y naturales se plasma en



distintas publicaciones y ejemplos representativos (Linn, Aho, Blake, & Constable, 2010). Por ejemplo, la Bioinformática es un campo emergente que combina información biológica con la informática a partir de uno de los conceptos prácticos

del PC. Una de sus definiciones más completa es aquella que la refiere como una disciplina científica que se interesa por todos los aspectos relacionados con la adquisición, almacenamiento, procesamiento, distribución, análisis e interpretación de la información biológica, mediante la aplicación de técnicas y herramientas propias de la informática, con

el propósito de comprender el significado biológico de una gran variedad de datos. El manejo de bases de datos geográficas, climatológicas, relacionadas con la salud y socio-económicas son los fundamentos para proveer una estructura que permita comprender la complejidad dentro del contexto de problemas científicos, sociales y económicos significativos. la biomedicina es uno de los nuevos desafíos de la bioinformática abarcando así no sólo el manejo de grandes volúmenes de datos, sino también la manera de recabar información de ellos. Por ejemplo: utilizar técnicas de computación para simular la función de un microbio que produce hidrógeno a partir de la energía de la luz o diseñar modelos computacionales para predecir el flujo de contaminantes en aguas subterráneas.

Así mismo, la Geografía o ciencia de la tierra involucra a la computación por ejemplo transformando mapas a representaciones de píxeles en una pantalla. Los datos masivos de geolocalización son procesados y analizados a partir de patrones y



algoritmos computacionales. El mayor avance en esta área fue el procesamiento de información espacial mediante herramientas informáticas de última generación disponibles en el mercado, particularmente en relación con diferentes paquetes de software como



Sistemas de Informática Geográfica (SIG), Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) o programas de procesamiento digital de imágenes, lo cual permite capturar, almacenar, recuperar, analizar y representar información espacial en formato digital a través de una computadora. Pero la tecnología ha impactado

positivamente en la geografía actual en más de un aspecto la manipulación de grandes cantidades de datos y su representación ha sido sólo uno de ellos. La computación también ha permitido predicciones de fenómenos meteorológicos a través de simulaciones y la exploración de lugares inimaginables e inalcanzables por medio de la recreación virtual de dichos escenarios.

La cultura y el arte no están exentos de esta transformación, la informática cultural es una práctica que incluye la investigación y el análisis de la relación entre la informática y la cultura a partir de la informática social y de la herencia cultural. La informática de herencia cultural incluye un conjunto de tópicos relacionados con los museos, archivos históricos y bibliotecas y practicantes de artes y humanidades. Este tipo de informática comprende a investigadores y profesionales que aplican tecnología de información a las actividades y colecciones de herencia cultural.

Entre los participantes se incluyen, decisores políticos, estudiantes de humanidades, archiveros, especialistas de información, publicadores electrónicos, curadores de museo, gerentes de colecciones y educadores. El



propósito de investigar los cambios en valores culturales y actitudes no sólo en el pasado sino también en tiempo real involucra una difícil tarea, porque se necesitan sistemas que puedan manejar centenares de idiomas y diversos grupos culturales. Las mencionadas son sólo algunas de las múltiples aplicaciones de la computación (e implícitamente el uso del PC) en las distintas disciplinas que fueron nombradas en este capítulo. La lista se hace extensiva a la medicina, geología, arquitectura, ingeniería, economía, entre otras.



Capítulo 8 -

PC en la Matemática

*“Siempre estoy haciendo lo que no puedo hacer,
para poder aprender cómo hacerlo.”*
-Pablo Picasso

Por tradición, la computación ha estado más relacionada a la matemática que a otras ciencias, como la física, la química o la biología. Sin embargo, como se describe en el capítulo anterior, en los últimos años ciertos problemas de "gran desafío" han hecho que los investigadores en esas áreas recurran masivamente a la computación como auxilio (Denning, Comer, Gries, Mulder, & Tucker, 1989). Una situación similar ocurre en el campo de la matemática donde mediante la integración con la algoritmia y la programación se logra aclarar y describir nociones fundamentales en dicha área de conocimiento, como por ejemplo:

- El *concepto de variable*: como una ubicación de memoria en la computadora o en la calculadora que tiene un nombre (identificador) y en la que se pueden almacenar diferentes valores.
- El *concepto de función*: la mayoría de las calculadoras científicas vienen de fábrica con cientos de funciones y los estudiantes pueden crear procedimientos que se comportan como funciones (aceptan parámetros, realizan cálculos y se obtiene un resultado).
- El *manejo de ecuaciones y gráficos*: la comprensión del espacio tridimensional puede ser recreado utilizando realidad aumentada o realidad virtual.

- El *modelado matemático*: algunos de los cuales pueden ser representados por medio de simulaciones y con aplicaciones de realidad aumentada o realidad virtual.

En la mayoría de las situaciones cotidianas, las personas que necesitan utilizar la matemática regularmente tienden a usar calculadoras, computadoras y otros dispositivos especializados (GPS, medición con láser, etc.) como ayuda y soporte en la solución de problemas pero deben contar con los conocimientos matemáticos básicos para que los recursos sean realmente útiles (Brennan & Resnick, 2012).

Adicionalmente, hay otros campos más especializados de las matemáticas que también pueden verse beneficiados con nociones computacionales avanzadas como la inteligencia artificial, la robótica, las simulaciones, el paralelismo, la generalización de patrones, el aprendizaje y diseño asistido por computadora, entre otros. Es muy importante tener presente que resolver



problemas matemáticos mediante estos procesos tiene dos ciclos: uno en el cual se resuelve el problema matemático en sí (generalmente con papel y lápiz) y otro en el que esa solución se automatiza en la computadora. Por ejemplo, si se quiere realizar un programa para calcular el área de cualquier rectángulo a partir de las dimensiones de sus lados, requiere que el estudiante primero resuelva el problema matemático (entender el problema, trazar un plan, ejecutar el plan y revisar) y luego elabore el procedimiento que pida los datos de entrada, realice los cálculos y muestre el resultado (esto es, analizar el problema, diseñar un algoritmo, traducir el algoritmo a un lenguaje de programación tal cual fue detallado en el Capítulo 3). En estos casos particulares, es necesario considerar una transposición o adaptación de los contenidos al problema específico. Silvina



Gvirtz (Gvirtz & Palamidessi, 2002) define este proceso como *traducción, transposición o recontextualización*, donde los contenidos son selectivamente elegidos, transformados y

transmitidos. La *recontextualización* supone que los productos culturales, al pasar por un proceso selectivo, son “descontextualizados”. El saber es modificado y simplificado para su utilización educativa, lo que Yves Chevallard llamó “transposición didáctica”. Esta transposición debe entenderse como el conjunto de transformaciones por las cuales debe pasar un tema, en este caso matemático, para llegar a ser un tema a enseñar y luego, ya en manos de los docentes, en tema de enseñanza. Chevallard señala que, “Un contenido a saber, que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El trabajo que transforma de un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza, es denominado la *transposición didáctica*. La transformación de un contenido de saber preciso en una versión didáctica de ese objeto de saber puede denominarse más apropiadamente transposición didáctica stricto sensu. Pero el estudio científico de transposición didáctica (que es una dimensión fundamental de la didáctica de las matemáticas) supone tener en cuenta la transposición didáctica sensu lato, representada por el esquema **Objeto de saber** → **Objeto a enseñar** → **Objeto de enseñanza**. En el que el primer eslabón marca el paso de lo implícito a lo explícito, de la práctica a la teoría, de lo pre-construido a lo construido.” (Chevallard, 1997). Finalmente, los docentes en pos de apoyar el aprendizaje reflexivo y significativo en sus alumnos también se valen de estrategias (como analogías, metáforas, ejemplos, entre otros) que producen una última transformación de los conceptos para facilitar a los alumnos su comprensión, en este caso particular integrándolo con nociones elementales del PC.

CONCLUSIONES

*“Es mejor, saber cómo aprender, que saber.”
—Theodor Seuss Geisel (Dr. Seuss)*

*“Es débil porque no ha dudado bastante
y ha querido llegar a conclusiones.”
—M. de Unamuno*

El PC es un concepto relativamente nuevo que todavía está buscando su definición exacta y estableciendo sus campos de aplicación. De esta investigación se puede inferir que tiene un potencial notable para ser utilizado en la resolución de de distintos tipos problemas en diversas disciplinas, pero hay concepciones que deben ser transformadas o erradicadas para poder beneficiarse significativamente de él.

Debido al contexto actual cambiante y creciente que rodea al “pensamiento” y la “computación”, lo que se ha desarrollado y expuesto en este trabajo no puede abordarse como una verdad conclusa e incuestionable (aunque muy pocas cosas pueden efectivamente serlo). Sin embargo lo presentado no debe desestimarse o relegarse, ya que los conceptos y las experiencias introducidas son elementales, además de relevantes para determinar las implicancias de incorporar lo computacional en lo cotidiano y en la educación en particular. Así mismo, lo descrito en este trabajo permitió delimitar una lista de supuestos (nuevamente, no se puede garantizar que sea exhaustiva) con respecto a lo que es verdad y lo que no sobre el PC:

¿Qué es cierto acerca del PC?

- ✓ Es una de las maneras de resolver problemas que es aplicable en cualquier momento que se plantee una nueva situación.

- ✓ Es un método en el que se desarrollan tanto las habilidades personales como las habilidades cognitivas.
- ✓ Es posible de utilizar y desarrollar por todas las personas con el fin de resolver una situación problemática.
- ✓ Muchos autores acuerdan sobre los beneficios educativos que aporta en todos los niveles educativos.
- ✓ No hay un consenso en una única definición ni en una lista exhaustiva de los conceptos que incluye.
- ✓ Compete e incluye no sólo aprender los conceptos teóricos involucrados sino también fomentar las capacidades asociadas.
- ✓ Favorece el desarrollo de competencias cognitivas y técnicas tanto como las de carácter emocional, interpersonal e intrapersonal.
- ✓ Puede ser beneficioso su desarrollo en múltiples disciplinas, como las ciencias naturales, sociales, física, matemática, entre otras.
- ✓ Existen cuantiosas aplicaciones que incluyen conceptos cognitivos básicos y conceptos prácticos del PC desarrolladas para dar soporte a las CTIM.

¿Qué no es el PC?

- ✗ No es una forma de pensar exclusiva de los científicos en computación.
- ✗ No se necesita computadora o dispositivo tecnológico alguno para desarrollar el PC.
- ✗ No es sólo saber usar la tecnología o herramientas tecnológicas.
- ✗ No es exclusivo para los niños o adolescentes.
- ✗ No es lo mismo que programación, aunque está asociada a ella.

Así, el propósito planteado en la introducción queda plasmado a lo largo del trabajo al analizar los alcances actuales y características del PC, mostrando además su aplicación en educación para favorecer la resolución de problemas de distinta índole. Para tal fin, se realizó en la primera etapa una recopilación de documentación con respecto al estado del arte, los autores determinantes en la historia del PC, los conceptos y las habilidades que se pueden desarrollar. La monografía comprendió la realización de: una indagación

bibliográfica, una selección y organización del cúmulo de información disponible acerca del PC y una articulación con contenidos de distintos módulos de la Especialización en Educación Superior. De esta manera se logro contar con un marco de referencia para introducir al PC y profundizar en trabajos futuros acerca de esta temática. El diseño y la planificación del taller, descrito en un capítulo anterior, fueron posibles a partir de dicho trabajo previo. Su implementación interpeló a los docentes que asistieron acerca del PC dejando en evidencia la concepción inexacta que se puede tener sobre lo que es el PC, dónde, cuándo, en qué contextos y quiénes pueden aplicarlo. En esto es posible observar la pertinencia del abordaje del PC, popularizar y clarificar su sentido real, teniendo en cuenta que puede beneficiar significativamente el aprendizaje en una variedad de disciplinas brindando soporte en la enseñanza de contenidos complejos.

Finalmente, este trabajo dio espacio a nuevos cuestionamientos o planteos. Por un lado, con respecto a cuáles son las disciplinas que obtendrían mayor provecho en incluir al PC teniendo en cuenta que hay carreras de grado, pregrado o posgrado que están surgiendo y/o mutando a nuevas orientaciones con base en la informática. Por otro lado, en un mundo como el actual donde la sociedad está en constante cambio cómo aprovechar el desarrollo del PC para enseñar siendo profesores del siglo XX a estudiantes del siglo XXI, que son difíciles de motivar y que necesitan estímulos innovadores para despertar su atención y concentración. Los docentes son desafiados a seguir el ritmo de estos nuevos estudiantes adaptarse a ellos teniendo en cuenta que el aprendizaje más significativo se da cuando se necesita. Este trabajo es uno de los fundamentos teórico del PC que incentiva y da sustento a la planificación e implementación de una propuesta integral más amplia. Una de las instancias de la misma fue la experiencia del taller que conforme a los resultados favorables obtenidos y a la positiva evaluación de la publicación realizada motivan a seguir incursionando en esta vía (Rosas, Zuñiga, Fernández, & Guerrero, 2018). De esta manera, el próximo paso proyectado es ofrecer una asignatura optativa o electiva que sea incluida en los planes formales de estudio de distintos profesados de la UNSL. La misma tendrá un crédito horario mayor que el del taller para profundizar y afianzar conceptos propios de cada una de las distintas disciplinas desarrollando competencias técnicas y personales a partir del PC.

BIBLIOGRAFÍA

Aho, A. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal* , 55 (7), 832–835.

Arranz de la Fuente, H., & Pérez García, A. (2017). Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación . *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)* , 25-39.

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology* , 20-23.

Bentolila, S., Pedranzani, B., & Clavijo, M. (2007). El campo de la formación universitaria: rasgos y contornos de los cambios del curriculum en un contexto de crisis estructural. *Fundamentos en Humanidades, Año VII N°II (16)* , 67-95.

Blythe, T. (1999). *Enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Buenos Aires: Paidós.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2017). *El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink) Implicaciones para la política y la práctica*. España: Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF).

Bravo-Lillo, C. (2015). Pensamiento Computacional: una idea a la que le llegó el momento. *Bits de Ciencia- Revista del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile* , 48-51.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. *American Educational Research Association meeting (AERA)*. Vancouver. Canadá.

Camilloni, A. (1996). *Corrientes didácticas*. Buenos Aires: Paidós.

Carretero, M. (1993). Desarrollo cognitivo y aprendizaje. En *Constructivismo y Educación* (págs. 33-52). Buenos Aires: Aique.

Catchpole, H. (28 de Noviembre de 2018). *In conversation with Mitch Resnick, founder of Scratch*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2018, de <https://careerswithstem.com.au/mitch-resnick-founder-of-scratch-in-conversation>

Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al Saber enseñado*. Buenos Aires, Argentina: Aiqué.

Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. (2010). *Demystifying computational thinking for non-computer scientists*. Obtenido de <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

De Alba, A. (2003). *El currículum universitario de caras al nuevo milenio*. México: Plaza Valdez.

Denning, P. (2009). Beyond Computational Thinking. *Communications of the ACM* , 5 (6), 28-30.

Denning, P., Comer, D., Gries, D., Mulder, M., & Tucker, A. (1989). Computing as a discipline. *Communications of ACM* , 9-23.

Edelstein, G. (2000). El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. *Una referencia disciplinar para la reflexión crítica sobre el trabajo docente. IICE n°17* , 3-7.

Fundación Sadosky. (2013). *CC-2013. Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas*. Buenos Aires, Argentina: Fundación Sadosky.

Gardner, H. (2011). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Paidós Ibérica.

Gardner, H. (2000). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. New York, USA: Basic Books.

Gisbert, M. (2011). Digital Leaners: la competencia digital de los estudiantes universitarios . *La Cuestión Universitaria* , 48-59.

Google Inc. (2012). *Google for Education*. Obtenido de Exploring Computational Thinking: <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/#!home>

Guzdial, M. (2008). Paving the Way for Computational Thinking. *Communications of the ACM* , 25-27.

Gvartz, S., & Palamidessi, M. (2002). *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Aiqué.

Kuster, C., Symms, J., May, C., & Hu, C. (2011). Developing Computational Thinking Skills across the Undergraduate Curriculum. *44th Annual Midwest Instruction and Computing Symposium (MICS'11)*. Duluth, Minnesota.

Linn, M., Aho, A., Blake, B., & Constable, R. (2011). *Report of a Workshop on the pedagogical aspects of Computational Thinking*. Washington, DC: The National Academies Press.

Linn, M., Aho, A., Blake, B., & Constable, R. (2010). *Report of a Workshop on the scope and nature of Computational Thinking*. Whashington, D.C.: The National Academies Press.

López García, J. C. (12 de Enero de 2008). *Guía de Algoritmos y Programación para Docentes*. Obtenido de Eduteka: <http://eduteka.icesi.edu.co/modulos/9/298/904/1>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York, USA: Basic Books Co.

Pólya, G. (1957). *How to Solve It*. Princeton, USA: Princeton University Press.

Reggini, H. (1981). *Alas para la mente. LOGO: un lenguaje de computadoras y un estilo de pensar*. Buenos Aires, Argentina: Galápagos.

Reggini, H. (1988). *Computadoras ¿creatividad o automatismo?* Buenos Aires, Argentina: Galápagos.

Reggini, H. (1999). *Logo Postcard from Argentina*. Obtenido de Logo Philosophy and Implementation: <http://www.microworlds.com/company/philosophy.pdf>

Resnick, M. (1997). *Turtles, Termites, and Traffic Jams (Complex Adaptive Systems): Explorations in Massively Parallel Microworlds*. Massachusetts, USA: The MIT Press; Edición: New ed (22 de enero de 1997).

Resnick, M. (2012). ViewPoint: Reviving Papert's Dream. *Educational Technology* , 52 (4), 42-46.

Rosas, M., Zuñiga, M., Fernández, J., & Guerrero, R. (2018). Pensando Computacionalmente: ¿Cómo, Cuándo y Dónde? Y... ¿Quiénes? ... *XIII Congreso Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* (págs. 291-298). Posadas, Misiones: Universidad Nacional de Misiones – UNaM - RedUNCI.

Tedre, M., & Denning, P. J. (2016). The Long Quest for Computational Thinking. *16th Koli Calling Conference on Computing Education Research*, (págs. 120-129). Koli, Finland.

Vigotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Grijalbo.

Wing, J. (2008). Computational Thinking and Thinking about Computing. En *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences* (págs. 3717-3725).

Wing, J. (23 de Marzo de 2016). *Computational thinking, 10 years later*. Obtenido de Microsoft blog editor: <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/computational-thinking-10-years-later/>

Wing, J. (2006). ViewPoint: Computational thinking. *Communications of the ACM* , 49 (3), 33–35.

Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational Thinking for Teacher Education . *Remaining Trouble Spots with Computational Thinking* , 55-62.

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia* (46), <http://www.um.es/ead/red/46/>.

Zapotecatl Lopez, J. L. (2014). *Pensamiento Computacional*. Obtenido de <http://www.pensamientocomputacional.org/>

Zuñiga, M. E., Rosas, M. V., Fernández, J. M., & Guerrero, R. A. (2014). El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación. *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)* (págs. 340-343). Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.