



## Profesionales del Siglo XXI



El 'pensamiento computacional' comprende tanto el abstraer conceptos a partir de datos, como diseñar y planificar las transformaciones de datos que nos permitan actuar y razonar. En la actualidad y en el futuro cercano se requerirán las habilidades para desarrollar soluciones algorítmicas de problemas, realizar razonamiento cuantitativo y lógico, analizar datos estadísticamente, formular modelos de la realidad actual o de aquellas que imaginemos como parte de diseños futuros. El pensamiento computacional también incluye el formular modelos que permitan planificar tareas, simular procesos naturales o artificiales, plantear hipótesis y ofrecer explicaciones científicas de fenómenos de la naturaleza y de los negocios, así como explorar posibilidades de diseño para escoger aquellas que sean más convenientes desde perspectivas técnicas, económicas, sociales o ambientales.

En varios países desarrollados y emergentes se ha reconocido la necesidad de preparar mejor a los jóvenes en ciencias, ingenierías, tecnologías y matemática (STEM, por sus siglas en inglés). Todas estas ramas requieren trabajar con información cuantitativa, desarrollar la imaginación y el razonamiento abstracto. En paralelo, algunos países han planteado reformas profundas en sus sistemas educativos de manera que incluyan el desarrollo de pensamiento computacional como parte del currículo de la educación general pre-universitaria.

Me han preguntado "¿Deben los profesionales y los estudiantes de educación superior aprender a programar?". Definitivamente sí, pero más que 'aprender a programar' como lo harían los estudiantes de Informática, pensemos en los beneficios que aporta el conocer qué podemos lograr si aprendemos a pensar mejor y aprovechar el poder que pueden darnos las computadoras y otros sistemas digitales.

Programar tiene que ver con pensar en términos de procesos y representaciones de datos. Aprender a programar y desarrollar intuiciones computacionales enriquece las habilidades de pensamiento de las personas. *Programar nos permite:*

**1. Estudiar, comprender y plantear procesos.** Los procesos están presentes en los negocios, en la logística, en las transformaciones químicas, en las interacciones entre los seres vivos. La programación va más allá de automatizar los cálculos numéricos: la programación habilita

la automatización de procesos los cuales incluyen actividades que nos permiten captar datos, realizar análisis, actuar sobre mecanismos, analizar textos, crear visualizaciones de información, formular modelos científicos, simular fenómenos naturales y sociales, probar teorías, experimentar en laboratorios virtuales, plantear animaciones digitales, y muchas más.

**2. Entender mejor el mundo.** Las ciencias nos permiten entender fenómenos físicos, químicos, biológicos, geológicos y – de manera indirecta – psicológicos, sociales y económicos; la matemática nos da lenguaje y simbología para representar información. La programación y lo computacional nos permiten vivir en un mundo digital donde procesamos y comunicamos información.

**3. Crecer en alfabetismo y cultura digital.** Las tecnologías de información y comunicación son la cuarta gran revolución socio-cultural después de la invención del lenguaje, la escritura y la imprenta. Las tecnologías digitales constituyen un nuevo medio, que nos permite interacciones que superan las barreras geográficas y temporales – para explorar ideas, expresar conceptos, comunicarnos con otros y coordinar actividades con ellos.

**4. Entender la esencia de la computación.** La Informática versa sobre automatización de procesos sobre datos. La programación y los algoritmos están en su corazón. Saber programar nos permite entender qué es un algoritmo y cuáles son sus limitaciones. No es algo mágico – es algo racional que puede entenderse y nos hace capaces

de formular preguntas acerca del software, las computadoras, la automatización y la digitalización – así como sacarles provecho.

**5. Aprender maneras de resolver problemas.** La programación es un buen vehículo para aprender y experimentar con diversas técnicas y principios para resolver problemas – y ello contribuye a extender nuestras capacidades intelectuales.

**6. Pensar y comunicar con mayor precisión.** Programar conlleva formular instrucciones que deben ser seguidas obedientemente por un ser inanimado – una máquina que no posee inteligencia propia. Al trabajar con lenguajes precisos que permiten la expresión de programas, la consulta de bases de datos y – en general – la manipulación y transformación de datos, se ordena el pensamiento y mejora la comunicación entre los autores y otros actores que intervienen en proyectos tecnológicos y organizacionales.

**7. Cultivar nuevas maneras de aprender ciencias y matemática.** Cuando uno ha desarrollado habilidades computacionales puede crear gráficas, simulaciones, animaciones, tomar datos y analizarlos, etc. Por ejemplo, hay nociones matemáticas y físicas que se pueden aprender bien mediante la exploración de correspondencias entre los datos y la experimentación con programas, para saber de dónde vienen las fórmulas, al entender cuáles son los conceptos subyacentes y sus relaciones, como preludeo para generalizar conceptos o trasladarlos hacia otros problemas, dominios de conocimiento o áreas

de aplicación de tecnologías.

**8. Aprovechar mejor las computadoras.** Al saber programar y trabajar con datos digitales entendemos las consecuencias de las acciones y nos da una plataforma para automatizar tareas tediosas relacionadas con nuestro trabajo con las computadoras.

**9. Conseguir o progresar en el trabajo.** Saber programar ha ayudado a muchas personas a conseguir trabajo como programadores o analistas de datos digitales, aunque hayan estudiado una carrera no informática. Pero también ayuda a crecer y progresar en los trabajos, al combinar los saberes expertos en un área y aplicar pertinentemente la programación (como al automatizar tareas en una herramienta ofimática) y – en general – el conocimiento y la experiencia computacionales.

Hoy día las ciencias están avanzando aceleradamente porque se está incorporando el 'pensamiento computacional' en ellas – justamente para simular procesos, procesar datos, experimentar con teorías y modelos. Sin computadoras, programación y bases de datos, la ciencia moderna sería imposible. Algo semejante ocurre con todas las ingenierías, las especialidades administrativas y muchas profesiones liberales.

En la mayoría de las universidades de países desarrollados, los estudiantes de carreras de ciencias, ingenierías, matemática, administración y tecnologías llevan algún curso relacionado con programación de computadoras. En el TEC, los estudiantes de prácticamente todas las carreras llevan un curso introductorio de programación ('Elementos de Computación') que contribuye a desarrollar el pensamiento computacional.

En 1968, uno de los fundadores de la Computación como ciencia, George Forsythe, expresó esta visión futurista "Las adquisiciones más valiosas en una educación científica o técnica son las herramientas mentales de propósito general que siguen siendo útiles para toda la vida. Califico el lenguaje natural y las matemáticas como las más importantes de estas herramientas, y la Informática como la tercera.". Pongamos esto en contexto: en 1968 no había computadoras personales ni familiares y casi no había computadoras empresariales de uso compartido; en Centroamérica no había ninguna carrera universitaria relacionada con la Informática y las universidades apenas estaban adquiriendo sus primeras computadoras (con costos de algunos cientos de miles de dólares cada una).

Hoy, el mundo ha avanzado: comenzamos a ver profesionales en Comunicación que hacen 'periodismo de datos' y crean programas o se valen de herramientas de consulta de bases de datos para enriquecer sus reportajes o descubrir y revelar relaciones previa-

mente desconocidas entre los datos. Los fotógrafos computacionales manipulan las imágenes obtenidas con sus cámaras digitales para crear vistas panorámicas o filtrar las escenas. En las artes escénicas ya estamos observando la colaboración entre profesionales de distintas disciplinas para apoyar a los artistas con la creación de ambientaciones interactivas que van 'respondiendo' a la acción sobre el escenario. Se está desarrollando la 'Ciencia Computacional' que usa sistemas de cómputo de alto rendimiento para que profesionales de diversas disciplinas científicas creen modelos que puedan computarse y, con ellos, obtener resultados y explicaciones que complementan las que pueden ser obtenidas por medios teóricos o por vía empírica. En Banca se crean modelos computacionales para el análisis de datos, como herramientas para combatir el fraude y detectar transacciones atípicas. Los emprendedores crean o conciben ideas de negocio innovadoras que pueden prototipar y validar, con la ayuda de tecnólogos. Los investigadores forenses y criminológicos recurren a métodos computacionales avanzados para recoger datos, analizarlos y formular hipótesis.

# Profesionales del siglo 21 Desarrollo del pensamiento computacional

El Instituto para el futuro (*Institute for the Future = IFTF*) publicó en el 2011 un informe en que menciona seis tendencias que reconfigurarán los trabajos del futuro (ver 'Reinventarse a lo largo de la vida', *En la Cima* No. 84, agosto del 2018):

- Longevidad extrema
- Surgimiento de máquinas y sistemas inteligentes
- Mundo computacional
- Ecología de nuevos medios
- Organizaciones superestructuradas
- Mundo globalmente conectado

En el 'mundo computacional', la recolección masiva de datos está siendo habilitada por la proliferación creciente de *sensores* y dispositivos *programables* capaces de *actuar* sobre el entorno físico. Los medios computacionales facilitan el procesamiento de los datos obtenidos en bruto, para darles valor al clasificarlos, visualizar tendencias, plantear pronósticos, hacer simulaciones, etc. Para aprovechar los vastos volúmenes de datos será imprescindible desarrollar capacidades de clasificación, análisis, interpretación, segregación y organización de

los datos, conducentes a obtener sentido a partir de ellos y, así, fundamentar la toma de decisiones y la actuación.

Doña Leda Muñoz, Directora de la Fundación Omar Dengo, en un reciente artículo titulado 'La humanidad se dividirá en irrelevantes y tecnólogos' cita una pieza publicada por el New York Times, 'Los dos códigos que sus hijos necesitan conocer'. Ahí se afirma que los mejores predictores del éxito académico y en la vida "son saber programar y conocer la Constitución de su país". Ella también menciona al historiador israelí Yuval Harari, para quien las personas que dominen los algoritmos y sean capaces de manejar los datos masivos serán los que controlen las capacidades de tecnologías como la robótica y la inteligencia artificial – que impactarán crecientemente la mayoría de las actividades humanas.

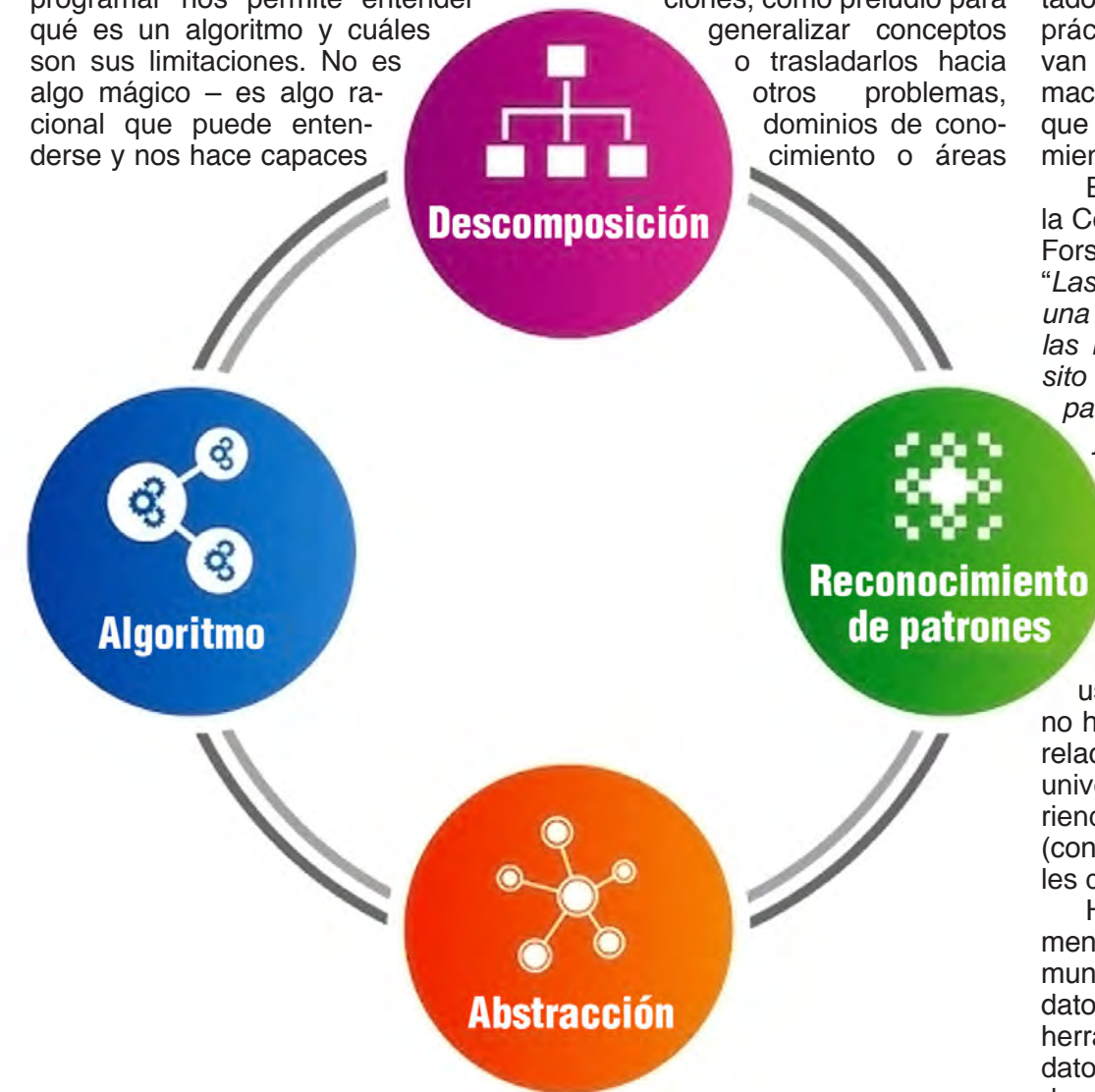
El IFTF señala 10 habilidades que los futuros trabajadores deberán desarrollar:

- Dar sentido y significado
- Inteligencia social
- Pensamiento novedoso y adaptativo
- Competencias transculturales

**En términos intelectuales, aprender a programar y desarrollar el pensamiento computacional nos ayuda a mejorar las capacidades de abstracción, manejo de datos, pensamiento lógico y visión estratégica.**

- Pensamiento computacional
- Dominio de nuevos medios
- Transdisciplinariedad
- Mentalidad de diseño
- Gestión de la carga cognitiva
- Colaboración virtual

Deseo destacar la habilidad que se ha dado en llamar **pensamiento computacional**. Esta habilidad marcará la diferencia entre ser un usuario relativamente pasivo a ser una persona que dirija la potencia de las tecnologías digitales para sacarles provecho en diversas actividades productivas, de entretenimiento, de aprendizaje o de indagación, exploración y descubrimiento. Algunos educadores de avanzada, como Mark Guzdial y Betsy DiSalvo, postulan que el pensamiento computacional es la "nueva alfabetización" en la era digital.



**Si Ud. desea acentuar sus estudios de cualquier disciplina bien vale la pena considerar aprender a programar o asistir a cursos que le ayuden a desarrollar el pensamiento computacional. Deberá esforzarse, estudiar mucho, ejercitarse mucho, preguntar mucho. Requerirá voluntad y empeño. Debe estar dispuesto a aceptar que cometerá errores y que, gracias a ellos, será capaz de construir su conocimiento. Es muy gratificante ir viendo cómo cobran vida las ideas cuando nuestros programas o creaciones computacionales comienzan a comportarse bien, porque les dimos las instrucciones requeridas para lograr ese comportamiento.**

**Agradecimiento**  
Ing. Ignacio Trejos Zelaya, M.Sc., es profesor de Informática en el Tecnológico de Costa Rica y en la Universidad Cenfotec. Su investigación se centra en Lenguajes de programación, Ingeniería del software y Educación en Informática.