Prólogo

La *Computación Natural* es una disciplina cuyo objetivo fundamental es la simulación e implementación de procesos dinámicos que se dan en la Naturaleza y que son susceptibles de ser interpretados como procedimientos de cálculo. La *Computación Molecular* es una rama de la Computación Natural basada en el funcionamiento de las moléculas orgánicas. A mediados de la década de los ochenta, T. Head propone el primer modelo teórico de computación basado en la capacidad del ADN para almacenar y manipular información. A principio de la década de los noventa, L. Adleman materializó la posibilidad de resolver instancias de problemas matemáticos *difíciles* a través de la manipulación de moléculas de ADN. De esta manera aparecen nuevas expectativas a la hora de atacar la resolubilidad práctica de problemas **NP**-completos vía los modelos de computación que podríamos denominar no convencionales.

A finales de la década de los noventa, Gh. Păun introduce un nuevo modelo teórico de Computación Natural: el modelo de *Computación Celular con membranas*, o *P sistemas*. A diferencia de otros modelos, éste no ha sido aún implementado ni en medios electrónicos ni en medios bioquímicos.

Este es el primer libro escrito en lengua castellana relativo a la Computación Celular con membranas. En él se describe exhaustivamente el nuevo modelo de computación natural inspirado en la forma en que las células vivas procesan compuestos químicos, energía e información, y se presentan resultados originales en lo que respecta a la formalización del modelo, al diseño de P sistemas que proporcionan soluciones eficientes no deterministas de problemas **NP**-completos, y al desarrollo de técnicas para la verificación de P sistemas.

El libro está estructurado en capítulos cuyo contenido pasamos a describir brevemente. En el primer capítulo se presenta una breve introducción histórica de la Teoría de la Computación y de la Complejidad que justifican la necesidad de estudiar nuevos modelos de computación como alternativa a los *clásicos*, en la búsqueda de soluciones *eficientes* de instancias razonables de problemas **NP**-completos (claro está, bajo el supuesto previsible de que $\mathbf{P}\neq\mathbf{NP}$).

El capítulo 2 comienza con una introducción informal de los P sistemas como modelo inspirado en el funcionamiento de las células, diseñado a partir de elementos autónomos. En la sección 2 de dicho capítulo se presenta una primera formalización del modelo basada principalmente en la evolución del árbol asociado a la estructura de membranas y en la especificación de los posibles multiconjuntos de reglas que se pueden aplicar en cada instante.

En el capítulo 3 se estudia la versatilidad del modelo para ser considerado como dispositivo generador de lenguajes, como dispositivo reconocedor de predicados, o como dispositivo de cálculo de funciones. A continuación se hace un breve estudio acerca de la universalidad del modelo y se justifica la utilidad del mismo para atacar la conjetura **P=NP**, tanto para dar una respuesta positiva como negativa. En la última sección de dicho capítulo se presentan algunas variantes de los P sistemas, según el modo de considerar los objetos, según las características de las membranas o según el protocolo de las comunicaciones.

En su artículo fundacional, Gh. Păun ilustra el funcionamiento de los P sistemas con varios ejemplos que reflejan las características principales del modelo y muestran las diversas interpretaciones de los mismos. En el capítulo 4 se establece la verificación de los P sistemas diseñados por Gh. Păun, con ligeras modificaciones, ilustrando el uso de algunas técnicas que pueden ser útiles para abordar, con cierto éxito, la verificación formal de P sistemas arbitrarios, y poniendo de manifiesto cómo el paralelismo distribuido inherente al modelo dificulta enormemente la tarea de verificación.

El último capítulo del libro está dedicado al diseño, y posterior verificación, de P sistemas que resuelven dos problemas **NP**-completos: el problema de la satisfactibilidad de la lógica proposicional y el problema del camino hamiltoniano en su versión dirigida y con dos vértices distinguidos. Las soluciones no deterministas presentadas resuelven los problemas citados en un sentido fuerte; es decir, los lenguajes generados por los P sistemas diseñados coinciden con los conjuntos de soluciones válidas (positivas) de los problemas planteados.

Esperamos y deseamos que este libro contribuya positivamente a la difusión de la Computación Natural, aproxime a los lectores a la computación no convencional, y estimule, motive y anime a algunos a iniciarse en la investigación en esta disciplina actual, emergente y, sin lugar a dudas, fascinante.

M.J. Pérez Jiménez
F. Sancho Caparrini
Sevilla, Julio de 2002