

Ana María Andrada

# NANOTECNOLOGÍA

DESCUBRIENDO LO INVISIBLE



Muestra distribuida por la editorial

# Índice

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Prólogo .....                                                               | 11 |
| Agradecimientos .....                                                       | 13 |
| CAPÍTULO I.                                                                 |    |
| <b>Situar lo diminuto en el espacio-tiempo</b> .....                        | 15 |
| Ante todo, un factor de escala .....                                        | 17 |
| Merodear el concepto .....                                                  | 18 |
| Una aproximación mayor .....                                                | 19 |
| Inaugurar el término .....                                                  | 20 |
| Y ahora, una definición .....                                               | 20 |
| Contexto conceptual: tecnologías convergentes .....                         | 21 |
| Nanotecnología: refinar el concepto .....                                   | 24 |
| Contexto temporal: tras los pasos de la<br>nanotecnología (1959-2011) ..... | 24 |
| Y antes de Feynman, ¿qué? .....                                             | 32 |
| Ampliar el espectro: otras fuentes, otras voces .....                       | 42 |
| Glosario .....                                                              | 45 |
| CAPÍTULO II                                                                 |    |
| <b>Entretejer conceptos para explicar lo diminuto</b> .....                 | 47 |
| Lo diminuto, una preocupación ancestral .....                               | 49 |
| Darle sentido al tamaño .....                                               | 50 |
| Lo “bio” y lo “nano”, la Naturaleza tiene la palabra .....                  | 52 |
| Lo “bio” y lo “nano”. De Mendel a Mendeléiev .....                          | 55 |
| Mendeléiev y su tabla: elementos alineados .....                            | 56 |
| Cuando la materia cambia de escala .....                                    | 58 |
| Herramientas para ver y manipular lo invisible .....                        | 60 |
| Pensar las formas impensables de la materia .....                           | 63 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| La nueva tabla de Mendeléiev ..... | 66 |
| Glosario .....                     | 70 |

### CAPÍTULO III

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Nanomáquinas</b> .....                                                         | 73  |
| Las máquinas de la nanocreación: de Feynman a Drexler ..                          | 75  |
| Nanotecnología productiva: conceptos necesarios .....                             | 77  |
| Tecnologías vinculantes: MEMS/NEMS .....                                          | 80  |
| Técnicas de fabricación <i>top-down</i> y <i>bottom-up</i> .....                  | 83  |
| Producción <i>top-down</i> , ¿cuál es el límite? .....                            | 87  |
| Producción <i>bottom-up</i> , ¿cuál es su potencial? .....                        | 88  |
| Estado de desarrollo y tendencias futuras .....                                   | 89  |
| Caso I. Millipede, IBM y la exploración de la frontera<br>de los materiales ..... | 92  |
| Caso II. Intel, MEMS y la nanotecnología: un caso de éxito ..                     | 95  |
| Caso III. El INTI, pionero argentino .....                                        | 97  |
| Nanomáquinas: más casos y ejemplos .....                                          | 98  |
| Nanomáquinas y videojuegos .....                                                  | 100 |
| Plaga gris, ¿un temor obsoleto? .....                                             | 104 |
| Cuando las nanomáquinas son noticia .....                                         | 106 |
| Glosario .....                                                                    | 108 |

### CAPÍTULO IV

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| <b>Nanomateriales</b> .....                              | 111 |
| La nanotecnología como cadena de valor .....             | 113 |
| ¿Qué son los nanomateriales? .....                       | 116 |
| Nanomateriales con nanoescala en una dimensión .....     | 118 |
| Nanomateriales con nanoescala en dos dimensiones .....   | 119 |
| El “Big Mac” de grafeno crea la próxima generación ..... |     |
| de chips .....                                           | 121 |
| Vendiendo grafeno a toneladas .....                      | 122 |
| Nanotubos .....                                          | 122 |
| Nanocables .....                                         | 124 |
| Nanofibras .....                                         | 125 |
| Biopolímeros .....                                       | 126 |
| Nanomateriales con nanoescala en tres dimensiones .....  | 129 |
| Fullerenos .....                                         | 131 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Dendrimeros .....                                                 | 133 |
| Puntos cuánticos .....                                            | 134 |
| Los materiales en 2011 .....                                      | 138 |
| Glosario .....                                                    | 140 |
| CAPÍTULO V                                                        |     |
| <b>Productos de consumo</b> .....                                 | 143 |
| Nanoproductos: un espacio innovador .....                         | 145 |
| Base de datos de productos de consumo, empresas<br>y países ..... | 146 |
| Más sobre los sectores “estrella” .....                           | 155 |
| Cuando la moda es nano .....                                      | 157 |
| CAPÍTULO VI                                                       |     |
| <b>Riesgo, regulación y patentes</b> .....                        | 159 |
| La nanotecnología llegó para quedarse .....                       | 161 |
| El mapa mundial de la nanotecnología .....                        | 163 |
| Nanotecnología en la Argentina .....                              | 169 |
| Algunos agentes de control .....                                  | 172 |
| El Principio Precautorio (PP) .....                               | 176 |
| El control del riesgo en acción .....                             | 178 |
| La carrera de las patentes .....                                  | 181 |
| Patentes de nanotecnología en la Argentina .....                  | 184 |
| La nanotecnología en los medios y las redes sociales .....        | 185 |
| Bibliografía .....                                                | 189 |

# Prólogo

**L**a nanotecnología explora y opera sobre el mundo de lo “invisible”. Alude a la visualización y manipulación de los átomos y las moléculas que componen la materia, utilizando dispositivos especialmente creados para tal fin. Desentraña múltiples funcionamiento de la Naturaleza, aprende de ella, la emula y, en muchos casos, la sintetiza, generando verdaderos espacios de diálogo productivo entre mundos naturales y artificiales.

Este es un libro cuyo objetivo es “poner la nanotecnología en manos de la gente”.

Para lograrlo, pensamos desde el principio que los lectores debían apoyarse en algunos saberes previos, una difícil tarea de la que debíamos hacernos cargo, si consideramos que los temas allí desarrollados involucran directamente a conceptos relacionados con algunas ciencias fácticas como la física, la química y la biología y otras, de naturaleza formal como la matemática y la computación científica.

¿Cómo enfocamos este desafío?

Explicando en paralelo, podríamos afirmar que, en “dosis homeopáticas”, suministramos los conceptos imprescindibles para comprender cada tema del libro, utilizando ejemplos, imágenes, infografías y videos, en una conversación posible con el contenido del DVD, que lo acompaña, con el blog en la Web (<http://nanotecnologiaenmaipue.blogspot.com>), creado para hacer del uso orientado de Internet un ámbito de actualización permanente, y con la cuenta de Facebook, para otorgar a los lectores un entorno de comunicación entre sí y con la autora.

Respecto de la organización del libro, los dos primeros capítulos se aventuran en el mundo de lo diminuto, desde la Antigüedad hasta nuestros días, y no sólo desde una perspectiva científica. También lo

hacen desde los primeros saberes prequímicos, los descubrimientos de artesanos y artistas, así como las manifestaciones sobre el tema del cine y la literatura. Su abordaje es intuitivo, en un claro intento de asociarnos para emprender juntos la aventura de descubrir esos mundos invisibles. El tercer capítulo se hace cargo de los instrumentos para construir nanotecnología, con sus conceptos, técnicas, casos y ejemplos. El capítulo IV se ocupa exhaustivamente de los nanomateriales y sus campos de aplicación, que son numerosos y diversos. El penúltimo capítulo está centrado en los productos de consumo que usan nanotecnología para su desarrollo y utilización en la vida cotidiana: baterías, utensilios de cocina, heladeras, lavarropas, vehículos y valijas autolimpiantes.

Y el capítulo VI, el último, parte del hecho de que la nanotecnología alude no sólo a cambios profundos en la materia, sino que moviliza el modo de formular iniciativas, hacer ciencia, transformarla en productos y regular su uso. Fundamenta por qué la nanotecnología llegó para quedarse y traza el mapa nano del mundo y, especialmente, el de la Argentina, a nivel de inversiones, riesgos y patentes. Define, finalmente, criterios éticos de control en el contexto de los organismos de investigación, desarrollo e innovación de una actividad que se perfila como una nueva revolución industrial.

Para sintetizar mi sensación como autora al iniciar esta tarea y aceptar el desafío, me hago eco de ese momento en el que Albert Einstein, entrevistado por un periodista, mantuvo el siguiente diálogo:

—¿Me puede usted explicar la Ley de la Relatividad?

Einstein repreguntó:

—¿Me puede usted explicar cómo se fríe un huevo?

El periodista lo miró extrañado y le espetó:

—Pues sí, sí que puedo.

Einstein agregó, entonces:

—Bueno, hágalo, pero imaginando que yo no sé lo que es un huevo, ni una sartén, ni el aceite, ni el fuego”.