

---

# Contenido

|  | <i>Págs.</i> |
|--|--------------|
| <b>Prólogo</b> .....   | XV           |
| <br><b>CAPÍTULO 1. LA CIENCIA</b>  |              |
| 1.1 Definición y tipos .....   | 1            |
| 1.2 Ciencias fácticas: características .....                               | 5            |
| 1.2.1 El conocimiento científico es fáctico .....                          | 6            |
| 1.2.2 El conocimiento científico trasciende los hechos .....               | 7            |
| 1.2.3 El conocimiento científico es legal .....                            | 7            |
| 1.2.4 El conocimiento científico es claro y preciso .....                  | 8            |
| 1.2.5 El conocimiento científico es sistemático .....                      | 9            |
| 1.2.6 El conocimiento científico es metódico .....                         | 10           |
| 1.2.7 El conocimiento científico es verificable .....                      | 11           |
| 1.2.8 El conocimiento científico requiere análisis y especialización ..... | 11           |
| 1.2.9 El conocimiento científico es comunicable .....                      | 11           |
| 1.2.10 El conocimiento científico es explicativo .....                     | 12           |
| 1.2.11 El conocimiento científico es predictivo .....                      | 12           |
| 1.2.12 El conocimiento científico tiende a ser generalista .....           | 13           |
| 1.2.13 El conocimiento científico es útil .....                            | 13           |
| 1.3 Ciencia básica y aplicada .....  | 13           |
| 1.4 Determinismo o indeterminismo científico .....                         | 14           |
| 1.5 La ética de la ciencia .....   | 16           |
| <br><b>CAPÍTULO 2. LA TECNOLOGÍA</b>                                       |              |
| 2.1 Definición y tipos .....   | 19           |
| 2.1.1 Tecnologías artesanales .....  | 20           |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.1.2 | Tecnologías tradicionales                        | 20 |
| 2.1.3 | Tecnologías de base científica                   | 21 |
| 2.1.4 | Tecnologías evolutivas                           | 21 |
| 2.1.5 | Tecnologías no evolutivas                        | 24 |
| 2.2   | Causas del origen o evolución de las tecnologías | 26 |
| 2.2.1 | Factores intelectuales-psíquicos                 | 27 |
| 2.2.2 | Factores externos                                | 28 |
| 2.3   | La ética de la tecnología                        | 37 |

### **CAPÍTULO 3. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1   | Definición y tipos   | 41 |
| 3.2   | La investigación científica                                  | 46 |
| 3.2.1 | Obtención de conocimientos particulares                      | 46 |
| 3.2.2 | Formulación de leyes experimentales                          | 48 |
| 3.2.3 | Construcción de modelos experimentales                       | 48 |
| 3.2.4 | Propuestas de teorías-marco                                  | 49 |
| 3.2.5 | Construcción de sistemas teóricos                            | 49 |
| 3.3   | La investigación tecnológica                                 | 50 |
| 3.4   | La innovación tecnológica                                    | 52 |
| 3.4.1 | Satisfacer una necesidad manifestada o latente en el mercado | 53 |
| 3.4.2 | Estar resuelta tecnológicamente                              | 54 |
| 3.4.3 | Ser inofensiva para el medio ambiente                        | 54 |
| 3.4.4 | Ser rentable desde el punto de vista financiero              | 54 |
| 3.4.5 | Otros aspectos de la innovación tecnológica                  | 54 |

### **CAPÍTULO 4. EL INVESTIGADOR Y SUS CARACTERÍSTICAS**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1   | El investigador y sus tipos                   | 57 |
| 4.2   | Pensamiento creador                           | 58 |
| 4.2.1 | Aptitudes creativas                           | 59 |
| 4.2.2 | Rasgos del pensador creativo                  | 60 |
| 4.3   | Pensamiento no creativo o lógico              | 65 |
| 4.3.1 | Observación                                   | 66 |
| 4.3.2 | Reflexión                                     | 66 |
| 4.3.3 | Memorización                                  | 66 |
| 4.3.4 | Razonamiento                                  | 67 |
| 4.3.5 | Juicio crítico                                | 67 |
| 4.4   | Objetividad                                   | 68 |
| 4.5   | Otras cualidades                              | 68 |
| 4.5.1 | Capacidad ordenadora jerarquizada             | 68 |
| 4.5.2 | Conocimiento de idiomas                       | 69 |
| 4.5.3 | Conocimiento de las técnicas de documentación | 70 |
| 4.5.4 | Comunicación                                  | 70 |

|  |    |
|--|----|
| 4.6 Aspectos éticos del investigador . . . . .                   | 70 |
| 4.6.1 Honestidad . . . . .                                       | 71 |
| 4.6.2 Admisión del error . . . . .                               | 72 |
| 4.6.3 Lealtad . . . . .  | 72 |
| 4.6.4 Humildad . . . . .   | 72 |
| 4.7 El grupo investigador . . . . .                              | 73 |
| 4.7.1 El perfil de conocimiento del grupo . . . . .              | 73 |
| 4.7.2 Aptitudes del jefe del grupo . . . . .                     | 74 |
| 4.7.3 Formación y problemas del grupo de investigación . . . . . | 75 |

## **CAPÍTULO 5. LOS MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN**

|   |    |
|---|----|
| 5.1 Introducción . . . . .  | 81 |
| 5.1.1 El método hipotético-deductivo . . . . .                    | 82 |
| 5.1.2 El método inductivo . . . . .                               | 83 |
| 5.2 Los métodos de investigación . . . . .                        | 84 |
| 5.2.1 La investigación teórica . . . . .                          | 84 |
| 5.2.2 La investigación experimental . . . . .                     | 85 |
| 5.2.3 La investigación combinatoria . . . . .                     | 88 |
| 5.2.4 La investigación por observación de la naturaleza . . . . . | 89 |
| 5.2.5 La investigación sociológica . . . . .                      | 91 |

## **CAPÍTULO 6. UN MÉTODO GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

|   |     |
|---|-----|
| 6.1 Introducción . . . . .  | 95  |
| 6.2 Planteamiento del objetivo . . . . .                          | 96  |
| 6.2.1 Consideraciones generales acerca de la motivación . . . . . | 96  |
| 6.2.2 Planteamiento del objetivo . . . . .                        | 98  |
| 6.3 Reunión de los datos conocidos . . . . .                      | 100 |
| 6.3.1 Fase previa . . . . .                                       | 100 |
| 6.3.2 Recopilación y revisión bibliográfica . . . . .             | 101 |
| 6.4 Organización de los datos . . . . .                           | 102 |
| 6.4.1 Lecturas del resumen y conclusiones . . . . .               | 102 |
| 6.4.2 Lista de los aspectos más importantes . . . . .             | 103 |
| 6.4.3 Técnica de recopilación de la información . . . . .         | 105 |
| 6.5 Propuesta de solución . . . . .                               | 107 |
| 6.5.1 Consideraciones generales . . . . .                         | 107 |
| 6.5.2 Planificación de la secuencia experimental . . . . .        | 108 |
| 6.5.3 Planificación de los medios a utilizar . . . . .            | 110 |
| 6.6 Prueba de la solución propuesta . . . . .                     | 113 |
| 6.6.1 La organización del trabajo . . . . .                       | 113 |
| 6.6.2 El plan de trabajo . . . . .                                | 114 |
| 6.6.3 El investigador . . . . .                                   | 116 |
| 6.6.4 El Diario de experiencias . . . . .                         | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.6.5 Análisis y discusión de los resultados . . . . . | 122 |
| 6.7 Presentación de los resultados . . . . .           | 123 |

## **CAPÍTULO 7. LA INVESTIGACIÓN EN LA INDUSTRIA**

|   |     |
|---|-----|
| 7.1 Introducción . . . . .                              | 125 |
| 7.2 Generación de la idea . . . . .                     | 128 |
| 7.2.1 Reconocimiento y formulación de la idea . . . . . | 128 |
| 7.3 Evaluación de la idea . . . . .                     | 134 |
| 7.3.1 El Método . . . . .                               | 136 |
| 7.4 Ejecución del proyecto . . . . .                    | 145 |
| 7.5 Finalización del desarrollo . . . . .               | 147 |
| 7.6 Etapa de transición . . . . .                       | 149 |

## **CAPÍTULO 8. LA CREATIVIDAD EN LA INVESTIGACIÓN**

|  |     |
|--|-----|
| 8.1 Introducción . . . . .   | 153 |
| 8.2 Tipos de pensamiento creativo . . . . .  | 154 |
| 8.2.1 Imaginación o pensamiento creativo deliberado . . . . .  | 154 |
| 8.2.2 Iluminación . . . . .  | 156 |
| 8.2.3 Inspiración . . . . .  | 158 |
| 8.3 Consideraciones generales sobre los métodos creativos . . . . .  | 160 |
| 8.3.1 El proceso del descubrimiento se puede reproducir voluntariamente . . . . .                                    | 161 |
| 8.3.2 El proceso del descubrimiento es el mismo en todas las disciplinas . . . . .                                   | 161 |
| 8.3.3 El descubrimiento se efectúa en el subconsciente . . . . .   | 161 |
| 8.3.4 Para hacer trabajar el subconsciente es necesario liberar el espíritu de sus inhibiciones . . . . .            | 161 |
| 8.3.5 El descubrimiento se hace en un clima de esparcimiento, placer y pasión . . . . .                              | 162 |
| 8.3.6 Las ideas para el descubrimiento no son emitidas, necesariamente, por expertos . . . . .                       | 162 |
| 8.3.7 El descubrimiento nace de la bisociación . . . . .   | 163 |
| 8.3.8 El grupo pluridisciplinario es la unidad operativa de investigación . . . . .                                  | 163 |
| 8.4 Métodos para mejorar la creatividad del investigador o del grupo . . . . .                                       | 164 |
| 8.4.1 Aquéllas que tienen por objeto mejorar el conocimiento del mundo exterior . . . . .                            | 165 |
| 8.4.2 Aquéllas que tienen por objeto mejorar nuestra capacidad para juzgar y transformar el mundo exterior . . . . . | 165 |
| 8.4.3 La trituration . . . . .   | 167 |
| 8.4.4 La analogía . . . . .  | 168 |
| 8.5 Técnicas individuales de creatividad . . . . .   | 170 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 8.5.1 | Análisis morfológico   | 170 |
| 8.5.2 | Listas de atributos  | 171 |
| 8.5.3 | Diagramas de planificación de la investigación                             | 173 |
| 8.5.4 | Métodos para definir y redefinir los problemas                             | 174 |
| 8.6   | La creatividad en grupo  | 174 |
| 8.6.1 | Criterios para seleccionar los miembros del grupo                          | 174 |
| 8.6.2 | La formación del grupo   | 177 |
| 8.6.3 | Definición del objetivo  | 178 |
| 8.6.4 | Elección de una técnica de creatividad                                     | 179 |
| 8.6.5 | Consideraciones generales sobre la sesión de trabajo                       | 180 |
| 8.7   | Brainstorming  | 182 |
| 8.8   | Sinéctica  | 183 |
| 8.8.1 | Fase 1.- Comportamiento personal en reuniones convencionales               | 184 |
| 8.8.2 | Fase 2.- Un líder experto actúa como moderador de un grupo de trabajo      | 185 |
| 8.8.3 | Fase 3.- Reuniones formales de sinéctica: métodos analógicos y metafóricos | 186 |

## CAPÍTULO 9. LA DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 9.1    | Introducción  | 189 |
| 9.2    | Tipos de publicaciones  | 191 |
| 9.3    | Estructura de una publicación científica o técnica                    | 192 |
| 9.3.1  | Título y palabras clave   | 192 |
| 9.3.2  | Autores   | 193 |
| 9.3.3  | Resumen   | 195 |
| 9.3.4  | Introducción  | 196 |
| 9.3.5  | Experimental  | 197 |
| 9.3.6  | Resultados  | 199 |
| 9.3.7  | Discusión   | 203 |
| 9.3.8  | Conclusiones  | 205 |
| 9.3.9  | Agradecimientos   | 206 |
| 9.3.10 | Citas bibliográficas  | 206 |
| 9.4    | Informes  | 209 |
| 9.4.1  | Informes de situación   | 209 |
| 9.4.2  | Informes finales  | 212 |
| 9.5    | Otras publicaciones de difusión del conocimiento científico y técnico | 213 |
| 9.5.1  | De resúmenes  | 213 |
| 9.5.2  | Publicaciones de revisión   | 215 |
| 9.5.3  | Otros tipos de publicaciones  | 216 |
| 9.6    | Patentes  | 216 |
| 9.6.1  | Tipos y modalidades de concesión                                      | 216 |
| 9.6.2  | Partes de una patente   | 218 |
| 9.7    | Presentación oral   | 219 |

|  |     |
|--|-----|
| 9.7.1 Organización de la exposición . . . . .    | 219 |
| 9.7.2 Otros aspectos a tener en cuenta . . . . . | 221 |

## **CAPÍTULO 10. LA COMUNICACIÓN EN LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

|  |     |
|--|-----|
| 10.1 Introducción . . . . .  | 225 |
| 10.2 El sistema de comunicación . . . . .                                | 226 |
| 10.3 La comunicación con el exterior de la empresa . . . . .             | 228 |
| 10.3.1 Proyectos de investigación aplicada . . . . .                     | 229 |
| 10.3.2 Proyectos de desarrollo . . . . .                                 | 229 |
| 10.3.3 Proyectos de servicio técnico . . . . .                           | 230 |
| 10.4 La comunicación en el interior de la empresa . . . . .              | 232 |
| 10.4.1 Una sola empresa . . . . .  | 232 |
| 10.4.2 Varias empresas de la misma área tecnológica . . . . .            | 235 |
| 10.5 Problemas en la comunicación de la innovación tecnológica . . . . . | 238 |

## **CAPÍTULO 11. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

|   |     |
|---|-----|
| 11.1 Introducción . . . . .   | 241 |
| 11.2 Evaluación de la eficiencia en I+D . . . . .                       | 243 |
| 11.2.1 Evaluación de la eficiencia de I+D en la Universidad . . . . .   | 243 |
| 11.2.2 Evaluación de la eficiencia de I+D en la Empresa . . . . .       | 245 |
| 11.3 Evaluación de la eficiencia en la innovación tecnológica . . . . . | 247 |
| 11.3.1 Evaluación de la eficiencia . . . . .                            | 247 |

## **CAPÍTULO 12. CONTROL DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

|  |     |
|--|-----|
| 12.1 Introducción . . . . .  | 253 |
| 12.2 Aspectos que se revisan en el control de proyectos de I+D . . . . . | 254 |
| 12.2.1 La revisión científica o técnica . . . . .                        | 254 |
| 12.2.2 La revisión del potencial humano y del equipo material . . . . .  | 254 |
| 12.2.3 La revisión del tiempo de terminación y del coste . . . . .       | 254 |
| 12.3 Sistemas de control de proyectos de I+D . . . . .                   | 254 |
| 12.3.1 Proyectos donde se conocen las etapas a seguir . . . . .          | 255 |
| 12.3.2 Proyectos con poca definición de las etapas a seguir . . . . .    | 258 |
| 12.4 Cancelación de proyectos . . . . .                                  | 258 |
| 12.4.1 Proyectos desacertados . . . . .                                  | 259 |
| 12.4.2 Proyectos acertados . . . . .                                     | 259 |

## **CAPÍTULO 13. ESTRUCTURAS DE INVESTIGACIÓN Y DE INNOVACIÓN**

|   |     |
|---|-----|
| 13.1 Introducción . . . . .                               | 261 |
| 13.2 Estructura investigadora en la Universidad . . . . . | 262 |

|  |     |
|--|-----|
| 13.3 Estructura Investigadora del sector público | 264 |
| 13.3.1 Centros de investigación públicos         | 264 |
| 13.3.2 Estructura orgánica del personal          | 265 |
| 13.3.3 Estructuras fijas                         | 267 |
| 13.3.4 Estructuras móviles                       | 268 |
| 13.4 Estructuras investigadoras en las empresas  | 268 |
| 13.4.1 Funcionales                               | 269 |
| 13.4.2 Por proyectos                             | 270 |
| 13.4.3 Estructura matricial                      | 272 |

## CAPÍTULO 14. ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA CIENTÍFICA

|  |     |
|--|-----|
| 14.1 Introducción  | 275 |
| 14.1.1 Conocimientos actuales y perspectivas científicas   | 276 |
| 14.2 El mundo de microcosmos: un siglo de física de partículas   | 276 |
| 14.2.1 Hace cien años  | 277 |
| 14.2.2 La exploración experimental de pequeñas distancias.<br>Aceleradores y rayos cósmicos            | 278 |
| 14.2.3 Detectores  | 279 |
| 14.2.4 Partículas e interacciones I: Interacciones   | 279 |
| 14.2.5 Partículas e interacciones II: Electrones, neutrinos y<br>quarks. Familias de partículas        | 280 |
| 14.2.6 Perspectivas para el siglo XXI  | 281 |
| 14.3 El Mundo de la química  | 283 |
| 14.3.1 Los fundamentos de la química   | 283 |
| 14.3.2 Química orgánica  | 284 |
| 14.3.3 Química inorgánica  | 285 |
| 14.3.4 Química física  | 286 |
| 14.3.5 Química y medicina  | 287 |
| 14.3.6 Química de los materiales   | 288 |
| 14.4 Funciones básicas y envejecimiento  | 289 |
| 14.4.1 Envejecimiento y telómeros  | 289 |
| 14.4.2 Genes, evolución y envejecimiento   | 290 |
| 14.4.3 Teorías del envejecimiento  | 291 |
| 14.4.4 Perspectivas  | 293 |
| 14.5 El cerebro un universo a explorar   | 295 |
| 14.5.1 Los elementos del cerebro: células nerviosas y circuitos<br>neuronales                          | 295 |
| 14.5.2 Neurotransmisores e intercambio de señales entre neu-<br>ronas                                  | 297 |
| 14.5.3 El cerebro: desarrollo, funciones cognitivas, emociones,<br>aprendizaje, memoria y alteraciones | 298 |
| 14.5.4 Enfermedades neurológicas y mentales  | 302 |
| 14.6 Biotecnología   | 304 |
| 14.6.1 Historia  | 304 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 14.6.2 | Aplicaciones de la biotecnología . . . . . | 306 |
| 14.6.3 | El Proyecto Genoma Humano . . . . .        | 309 |
| 14.6.4 | Biotecnología militar . . . . .            | 310 |

## **CAPÍTULO 15. ACTUALIDAD Y PREVISIÓN TECNOLÓGICA**

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 15.1   | La sociedad de la información . . . . .                                       | 313 |
| 15.1.1 | Tecnologías utilizadas . . . . .  | 313 |
| 15.1.2 | Los servicios de la sociedad de la información . . . . .                      | 317 |
| 15.1.3 | La economía de la sociedad de la información . . . . .                        | 318 |
| 15.2   | Los transportes . . . . .   | 318 |
| 15.2.1 | Consideraciones económico-sociales . . . . .                                  | 319 |
| 15.2.2 | Las políticas de la UE incentivan el transporte motorizado . . . . .          | 320 |
| 15.2.3 | La contestación social y el cambio de rumbo hacia la sostenibilidad . . . . . | 322 |
| 15.3   | Los materiales . . . . .  | 323 |
| 15.3.1 | Materiales naturales . . . . .  | 323 |
| 15.3.2 | Materiales artificiales . . . . .   | 324 |
| 15.4   | La arquitectura y su construcción . . . . .                                   | 332 |
| 15.4.1 | La arquitectura en la “edad del espectáculo” . . . . .                        | 332 |
| 15.4.2 | Las construcciones de la arquitectura . . . . .                               | 336 |
| 15.4.3 | La construcción convencional . . . . .  | 337 |
| 15.4.4 | La tradición revisada . . . . .   | 338 |
| 15.4.5 | La alta construcción . . . . .  | 338 |
| 15.4.6 | Las anticonstrucciones . . . . .  | 339 |
| 15.4.7 | Perspectivas . . . . .  | 340 |
| 15.5   | Vigilancia o inteligencia tecnológica . . . . .                               | 341 |
| 15.5.1 | La estructura de la vigilancia en la empresa . . . . .                        | 342 |
| 15.5.2 | Organización de la vigilancia . . . . .                                       | 343 |
| 15.5.3 | Fuentes de información . . . . .  | 343 |
| 15.5.4 | Los mapas tecnológicos . . . . .  | 344 |
| 15.6   | Prospectiva tecnológica . . . . .   | 346 |
| 15.6.1 | Tipos de previsión tecnológica . . . . .                                      | 346 |
| 15.6.2 | Métodos utilizados en la previsión tecnológica . . . . .                      | 347 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>ÍNDICE ANALÍTICO</b> . . . . . | <b>353</b> |
|-----------------------------------|------------|