

MIGUEL MARTÍNEZ MATEO

**ELEGIR CARRERA CON  
CIENCIA: EL PAPEL  
DE LA FÍSICA EN LA  
ORIENTACIÓN DEL  
ALUMNADO DE SEGUNDO  
DE BACHILLERATO**

*Prólogo de Carlos José Martínez Mateo*

## **Editorial**

### **FRANCISCO ORTIZ CASTILLO**

DIRECTOR EDITORIAL

## **Consejo Editorial**

### **GUILLERMO RODRÍGUEZ INIESTA**

DIRECTOR GENERAL DE PUBLICACIONES

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Murcia. Magistrado (Supl.) del Tribunal Superior de Justicia de Murcia

### **JOSÉ LUJÁN ALCARAZ**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Murcia

### **JOSÉ LUIS MONEREO PÉREZ**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Granada. Presidente de la Asociación Española de Salud y Seguridad Social

### **MARÍA NIEVES MORENO VIDA**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Granada

### **CRISTINA SÁNCHEZ-RODAS NAVARRO**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Sevilla

## **Consejo Científico**

### **JAIME CABEZA PEREIRO**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Vigo

### **FAUSTINO CAVAS MARTÍNEZ**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Murcia

### **MARÍA TERESA DÍAZ AZNARTE**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Granada

### **JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Valladolid

### **JESÚS MARTÍNEZ GIRÓN**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de A Coruña

### **CAROLINA MARTÍNEZ MORENO**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Oviedo

### **JESÚS MERCADER UGUINA**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad Carlos III

### **ANTONIO OJEDA AVILÉS**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Sevilla

### **MARGARITA RAMOS QUINTANA**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de La Laguna

### **PILAR RIVAS VALLEJO**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Barcelona

### **SUSANA RODRÍGUEZ ESCANCIANO**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de León

### **CARMEN SÁEZ LARA**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Córdoba

### **ANTONIO V. SEMPERE NAVARRO**

Magistrado del Tribunal Supremo. Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social

### **ARÁNTZAZU VICENTE PALACIO**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad Jaume I

## **Consejo Colección Trabajos de Investigación**

### **BELÉN DEL MAR LÓPEZ INSUA**

DIRECTORA

Catedrática (acreditada) de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Granada

### **JOSÉ LUIS MONEREO PÉREZ**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Granada. Presidente de la Asociación Española de Salud y Seguridad Social

### **GUILLERMO RODRÍGUEZ INIESTA**

Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Murcia. Magistrado (Supl.) del Tribunal Superior de Justicia de Murcia

### **MARÍA DEL CARMEN SALCEDO BELTRÁN**

Catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social. Universidad de Valencia

MIGUEL MARTÍNEZ MATEO

**ELEGIR CARRERA CON  
CIENCIA: EL PAPEL  
DE LA FÍSICA EN LA  
ORIENTACIÓN DEL  
ALUMNADO DE SEGUNDO  
DE BACHILLERATO**

Edita:

📖 Ediciones Laborum, S.L.  
Avda. Gutiérrez Mellado, 9 - Planta 3ª, Oficina 21  
30008 Murcia  
Tel.: 968 24 10 97  
E-mail: laborum@laborum.es  
www.laborum.es

ISBN Digital: 979-13-88025-15-0

© Copyright de la edición, Ediciones Laborum, 2025

© Copyright del texto, Miguel Martínez Mateo, 2025

Ediciones Laborum, S.L. no comparte necesariamente los criterios manifestados por los autores en el trabajo publicado.

La información contenida en esta publicación constituye únicamente, y salvo error u omisión involuntarios, la opinión de su autor con arreglo a su leal saber y entender, opinión que subordinan tanto a los criterios que la jurisprudencia establezca, como a cualquier otro criterio mejor fundado.

Ni el editor, ni el autor, pueden responsabilizarse de las consecuencias, favorables o desfavorables, de actuaciones basadas en las opiniones o informaciones contenidas en esta publicación.



OPEN  ACCESS

Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (BY-NC-ND): El material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial. No se pueden realizar obras derivadas.

*A mis padres Miguel e Isabel,  
a mi hermano Carlos,  
y a mi mujer Amalia*



# ÍNDICE

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Prólogo .....</b>                                                                                   | <b>13</b> |
| <b>Capítulo 1. La orientación vocacional: un desafío .....</b>                                         | <b>15</b> |
| Introducción.....                                                                                      | 15        |
| 1. Hacia una nueva concepción de la actual de orientación profesional, personal y educativa .....      | 15        |
| 1.1. Notas relativas a la orientación personal.....                                                    | 17        |
| 1.2. A la búsqueda de una definición de la orientación educativa .....                                 | 18        |
| 1.3. La orientación educativa en el sistema educativo español.....                                     | 18        |
| 1.4. Estudio comparativo: la orientación educativa en España, en UE y en el ámbito internacional ..... | 19        |
| 2. Dificultades en la elección de estudios universitarios en el ámbito científico .....                | 28        |
| 2.1. Introducción .....                                                                                | 28        |
| 2.2. Percepciones sociales y autoconfianza académica .....                                             | 28        |
| 2.3. Dificultades pedagógicas y curriculares.....                                                      | 29        |
| 2.4. Información y orientación vocacional.....                                                         | 30        |
| 2.5. Desigualdades de género en la elección científica .....                                           | 30        |
| 2.6. Factores estructurales y de contexto socioeconómico .....                                         | 31        |
| 2.7. Orientación y acompañamiento educativo.....                                                       | 31        |
| 2.8. Perspectiva comparada y desafíos internacionales .....                                            | 32        |
| 3. Factores psicológicos, sociales y de género en la elección de carrera.....                          | 35        |
| 3.1. Factores psicológicos: autoeficacia, motivación y expectativas.....                               | 35        |
| 3.2. Factores sociales: familia, entorno y capital cultural .....                                      | 36        |

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3. Factores de género: brechas, estereotipos y referentes .....                                                | 37        |
| 3.4. Estrategias de orientación integradora y equitativa.....                                                    | 40        |
| 4. El papel del profesorado de ciencias como agente orientador .....                                             | 40        |
| Conclusión del capítulo 1 .....                                                                                  | 45        |
| <b>Capítulo 2. La física como eje vertebrador de la cultura científica.....</b>                                  | <b>47</b> |
| Introducción.....                                                                                                | 48        |
| 1. Competencias científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de la Física .....                             | 52        |
| 2. La Física como disciplina integradora de las ciencias naturales y tecnológicas.....                           | 55        |
| 3. Contribución de la Física al desarrollo del razonamiento lógico y la creatividad ....                         | 58        |
| Conclusión del capítulo 2 .....                                                                                  | 61        |
| <b>Capítulo 3. Didáctica de la física y orientación vocacional.....</b>                                          | <b>63</b> |
| Introducción.....                                                                                                | 63        |
| 1. La relación entre aprendizaje significativo y motivación científica en la enseñanza de la Física .....        | 63        |
| 1.1. La motivación científica .....                                                                              | 65        |
| 1.2. Estrategias didácticas para fomentar el aprendizaje significativo y la motivación científica en Física..... | 66        |
| 2. La enseñanza por proyectos como estrategia de orientación vocacional .....                                    | 70        |
| 3. Actividades experimentales y descubrimiento de vocaciones científicas .....                                   | 73        |
| 3.1. El valor pedagógico de la experimentación .....                                                             | 73        |
| 3.2. Tipología de las actividades experimentales.....                                                            | 74        |
| 3.3. El laboratorio como espacio de orientación vocacional.....                                                  | 74        |
| 3.4. La experimentación y el desarrollo de competencias científicas .....                                        | 75        |
| 3.5. Laboratorios virtuales, simulaciones y nuevas formas de experimentación ....                                | 76        |
| 3.6. Dimensión social y ética del trabajo experimental.....                                                      | 76        |
| 4. La evaluación como herramienta de orientación y autoeficacia.....                                             | 77        |
| 5. La adquisición del pleno sentido de la evaluación formativa y orientadora .....                               | 80        |
| 6. Implicaciones prácticas y metodologías evaluativas en la enseñanza de la Física ....                          | 84        |
| 7. La proyección pedagógica y profesional del docente en la evaluación formativa ....                            | 88        |
| 7.1. Evaluación docente e investigación sobre la práctica.....                                                   | 89        |
| 7.2. Competencia profesional y alfabetización evaluativa del docente.....                                        | 89        |
| 7.3. Evaluación, reflexión y desarrollo profesional docente.....                                                 | 90        |
| 7.4. Formación inicial y permanente del profesorado de Física.....                                               | 91        |
| 7.5. Evaluación y orientación vocacional: el papel orientador del docente .....                                  | 91        |
| 7.6. Evaluación reflexiva y cultura profesional docente .....                                                    | 92        |



|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8. La evaluación formativa y orientadora en la enseñanza de la Física como eje de una educación científica integral..... | 93 |
| 8.1. La evaluación como estructura vertebradora del aprendizaje científico.....                                          | 93 |
| 8.2. Evaluar para comprender: de la calificación al pensamiento científico .....                                         | 93 |
| 8.3. Evaluación, metacognición y autorregulación del aprendizaje científico.....                                         | 94 |
| 8.4. Evaluación y orientación vocacional: descubrir la identidad científica .....                                        | 95 |
| 8.5. Dimensión ética y social de la evaluación científica.....                                                           | 95 |
| 8.6. El profesorado de Física como evaluador reflexivo y agente de cambio.....                                           | 96 |
| 8.7. Evaluar para humanizar la ciencia .....                                                                             | 96 |
| Conclusión del capítulo 3 .....                                                                                          | 97 |

## **Capítulo 4. Estrategias para fomentar vocaciones científicas.....99**

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introducción.....                                                                                     | 99  |
| 1. La vocación científica como reto educativo y social.....                                           | 99  |
| 2. Marco teórico: fundamentos psicológicos, pedagógicos y epistemológicos del interés científico..... | 100 |
| 3. La enseñanza de la física y su potencial orientador.....                                           | 102 |
| 4. Talleres y laboratorios: del experimento al descubrimiento profesional .....                       | 104 |
| 5. Uso de tecnologías digitales y simulaciones para conectar ciencia y futuro laboral .....           | 107 |
| 6. Experiencias de orientación desde la física: casos prácticos y buenas prácticas.....               | 110 |
| 6.1. Proyectos STEM en colaboración con universidades.....                                            | 110 |
| 6.2. Programas de mentoría científica .....                                                           | 111 |
| 6.3. Ferias científicas y proyectos de divulgación.....                                               | 111 |
| 6.4. Olimpiadas, concursos y experiencias internacionales.....                                        | 112 |
| 6.5. Impacto y evaluación de las buenas prácticas .....                                               | 112 |
| 7. Evaluación formativa y orientación vocacional en física.....                                       | 113 |
| 7.1. De la evaluación del aprendizaje a la evaluación para el aprendizaje.....                        | 113 |
| 7.2. Evaluación y desarrollo de la autoeficacia científica.....                                       | 113 |
| 7.3. Instrumentos de evaluación orientadora en Física .....                                           | 114 |
| 7.4. Evaluación, motivación y orientación vocacional .....                                            | 115 |
| 7.5. Evaluación inclusiva y perspectiva de equidad .....                                              | 115 |
| 8. Igualdad, inclusión y perspectiva de género en la orientación científica.....                      | 116 |
| 8.1. Brecha de género y estereotipos en la Física .....                                               | 116 |
| 8.2. Estrategias inclusivas para el aula de Física .....                                              | 117 |
| 8.3. Inclusión social y diversidad cultural en la orientación científica.....                         | 118 |
| 8.4. Políticas y programas de equidad en la educación científica.....                                 | 119 |

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 8.5. Perspectiva ética y compromiso social del profesorado..... | 119 |
| Conclusión del capítulo 4.....                                  | 120 |

## **Capítulo 5. La orientación hacia las carreras universitarias STEM.....123**

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introducción.....                                                                               | 123 |
| 1. Panorama actual de los estudios científicos y tecnológicos en España.....                    | 124 |
| 1.1. Evolución histórica y tendencias recientes .....                                           | 124 |
| 1.2. Distribución por áreas STEM y análisis de género .....                                     | 125 |
| 1.3. Políticas públicas de fomento de vocaciones científicas.....                               | 126 |
| 2. Puentes entre Bachillerato y Universidad: coordinación y transición .....                    | 126 |
| 2.1. Desafíos de la transición educativa.....                                                   | 126 |
| 2.2. Modelos de coordinación institucional.....                                                 | 127 |
| 2.3. Buenas prácticas y experiencias de orientación .....                                       | 127 |
| 3. La Física como guía hacia la Ingeniería, la Medicina, la Biología o la Astronomía.....       | 128 |
| 3.1. El valor epistemológico de la Física en la formación científica.....                       | 128 |
| 3.2. Conexiones disciplinares y orientación vocacional.....                                     | 129 |
| 3.3. Propuestas metodológicas para la orientación desde el aula de Física.....                  | 130 |
| 4. Estrategias para superar estereotipos y desigualdades de género en las vocaciones STEM ..... | 131 |
| 4.1. Diagnóstico de la brecha de género en la educación científica .....                        | 131 |
| 4.2. Factores socioculturales y pedagógicos.....                                                | 132 |
| 4.3. Políticas y programas de igualdad en STEM .....                                            | 133 |
| Conclusión del capítulo 5.....                                                                  | 134 |

## **Capítulo 6: Proyecto educativo: “elegir con ciencia” .....135**

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introducción.....                                                             | 135 |
| 1. Proyecto educativo .....                                                   | 135 |
| 1.1. Fundamentación teórica.....                                              | 135 |
| 1.2. Contexto educativo y diagnóstico de necesidades .....                    | 136 |
| 1.3. Vinculación con el currículo de Física y la orientación vocacional ..... | 137 |
| 1.4. Enfoque metodológico y principios del diseño.....                        | 137 |
| 2. Marco teórico y conceptual.....                                            | 138 |
| 2.1. La orientación vocacional en el sistema educativo .....                  | 138 |
| 2.2. El papel de la ciencia en la construcción de vocaciones .....            | 139 |
| 2.3. Enfoque STEM y aprendizaje interdisciplinar.....                         | 140 |
| 2.4. Perspectiva de género e inclusión en la educación científica .....       | 140 |
| 2.5. Innovación educativa y aprendizaje significativo en ciencias .....       | 141 |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.6. Síntesis del marco teórico.....                                    | 142        |
| 3. Diseño del proyecto “Elegir con Ciencia” .....                       | 142        |
| 3.1. Fundamentación pedagógica.....                                     | 142        |
| 3.2. Objetivo general y objetivos específicos.....                      | 143        |
| 3.3. Temporalización y planificación anual.....                         | 144        |
| 3.4. Recursos humanos y materiales .....                                | 144        |
| 4. Desarrollo de las actividades.....                                   | 145        |
| 4.1. Bloque 1: Descubrir la Física y las profesiones científicas .....  | 145        |
| 4.2. Bloque 2: Experimentar para decidir.....                           | 146        |
| 4.3. Bloque 3: Orientarse y decidir .....                               | 146        |
| 4.4. Metodologías activas y uso de TIC .....                            | 147        |
| 5. Participación y coordinación educativa .....                         | 148        |
| 5.1. Rol del profesorado .....                                          | 148        |
| 5.2. Intervención del Departamento de Orientación.....                  | 148        |
| 5.3. Implicación de las familias.....                                   | 149        |
| 5.4. Colaboración con universidades y centros externos .....            | 149        |
| 6. Evaluación del proyecto.....                                         | 150        |
| 6.1. Evaluación del aprendizaje científico.....                         | 150        |
| 6.2. Evaluación de la orientación vocacional .....                      | 151        |
| 6.3. Instrumentos e indicadores.....                                    | 151        |
| 6.4. Propuestas de mejora.....                                          | 152        |
| Conclusión del capítulo 6 .....                                         | 152        |
| <b>Capítulo 7. Conclusiones y propuestas de futuro.....</b>             | <b>155</b> |
| Introducción.....                                                       | 155        |
| 1. La orientación vocacional como parte del aprendizaje científico..... | 156        |
| 2. El papel transformador del profesorado de Física .....               | 157        |
| 3. La necesidad de una cultura escolar orientadora y científica.....    | 159        |
| 4. Desafíos y oportunidades en la era digital.....                      | 161        |
| 5. Recomendaciones para docentes y centros educativos .....             | 163        |
| 6. Hacia una educación científica con sentido.....                      | 165        |
| Conclusión del Capítulo 7 .....                                         | 167        |
| <b>Bibliografía.....</b>                                                | <b>171</b> |



## PRÓLOGO

Elegir una carrera no constituye un acto improvisado, sino una decisión meditada en la que convergen vocación, conocimiento y proyecto de vida. Esta obra “Elegir carrera con ciencia: el papel de la Física en la orientación del alumnado de Bachillerato”, se sitúa precisamente en ese espacio de reflexión, y lo hace con una propuesta sólida, honesta y profundamente comprometida con la educación científica y el acompañamiento vocacional del alumnado. Su autor, el profesor D. Miguel Martínez Mateo, inició su dedicación docente en los años noventa en la histórica Academia San Javier de Almería, donde descubrió que enseñar Física no era únicamente transmitir fórmulas, sino despertar preguntas y ofrecer herramientas para comprender el mundo. Con el tiempo, consolidó su trayectoria como profesor funcionario de carrera en el IES Los Ángeles de la misma ciudad, institución en la que ha ejercido con rigor académico, constancia y una vocación que ha marcado a generaciones de estudiantes. Sus páginas no nacen de la abstracción teórica, sino del aula viva: del contacto directo con jóvenes que dudan, aprenden, se equivocan, aciertan y buscan sentido a lo que estudian. La presente obra no concibe la orientación como un catálogo de grados o salidas laborales, sino como un proceso intelectual y emocional mediante el cual el estudiante se reconoce, se proyecta y toma decisiones fundamentadas. La Física aparece aquí no sólo como disciplina académica, sino como lenguaje para interpretar la realidad, desarrollar pensamiento crítico y descubrir la belleza de la lógica aplicada a los fenómenos naturales. En tiempos de inteligencia artificial, automatización y demanda creciente de competencias STEM, esta obra devuelve a la ciencia su dimensión humanista: la de formar personas capaces de comprender, decidir y construir. El texto, distinguido por su coherencia educativa y fácil lectura presenta propuestas didácticas que han solventado con eficacia problemas reales, vertebrándose en la experimentación, fomenta el razonamiento y concluye con procesos de evaluación reflexiva que

permiten al alumnado tomar conciencia de sus capacidades. A ello se suma una mirada atenta a la igualdad de oportunidades donde no se ignoran factores como el género, el entorno socioeconómico o la falta de referentes que condicionan el acceso a estudios científicos; por ello, propone estrategias para visibilizar trayectorias diversas, implicar a las familias y tejer vínculos entre la escuela, la universidad y el mundo profesional. La obra, de especial valor educativo articula, con precisión y aplicabilidad real cualesquiera actividades, tiempos, recursos y criterios de seguimiento en aras de conseguir que el alumnado consiga despertar su vocación profesional, es por ello que se trata de una propuesta madura, fruto de años de experiencia contrastada, capaz de ser implementada por cualquier docente que crea en la enseñanza como guía y no como filtro. Los resultados de la investigación realizada por el Prof. Martínez Mateo plasmada en la obra no buscan deslumbrar, sino iluminar con serenidad, pues su forma de enseñar la ciencia evidencia que el conocimiento no sólo se limita al conocimiento de la Física, sino tanto a orientar al alumno para que mire el mundo con precisión y asombro, como a pensar con libertad y, sobre todo, a elegir con conciencia y verdad. Porque la ciencia, cuando se enseña con sentido, no excluye: emancipa. Y la orientación, cuando se hace con verdad, no presiona: abre caminos.

**CARLOS JOSÉ MARTÍNEZ MATEO**

*Profesor titular del área de Derecho del Trabajo y Seguridad Social  
Universidad de Málaga*

# **CAPÍTULO 1. LA ORIENTACIÓN VOCACIONAL: UN DESAFÍO**

La orientación vocacional constituye una dimensión esencial del proceso educativo, especialmente en las etapas finales de la educación secundaria, donde el alumnado debe tomar decisiones determinantes para su futuro académico y profesional. En el contexto del Bachillerato, la función orientadora adquiere una relevancia singular, ya que coincide con el momento en que los jóvenes consolidan su identidad, sus intereses intelectuales y sus expectativas personales frente al mercado laboral y los estudios universitarios. Este capítulo analiza los fundamentos normativos y pedagógicos de la orientación educativa en el sistema español, las principales dificultades que enfrenta el alumnado en la elección de estudios universitarios en el ámbito científico, los factores psicológicos, sociales y de género que inciden en dicha decisión y, finalmente, el papel clave del profesorado de ciencias como agente orientador y motivador de vocaciones científicas.

## **Introducción**

### **1. Hacia una nueva concepción de la actual de orientación profesional, personal y educativa**

La orientación educativa constituye hoy una disciplina consolidada dentro de las ciencias de la educación, aunque su conceptualización ha sido objeto de constantes revisiones teóricas. Se trata de un ámbito complejo, de naturaleza interdisciplinar, que integra aportaciones de la psicología, la pedagogía, la sociología y la filosofía de la educación. Su evolución histórica refleja la progresiva ampliación de su objeto, pasando de un enfoque centrado en la elección profesional a una perspectiva integral orientada al desarrollo personal, social y académico del individuo. Como señalan Bisquerra (2009) y Rodríguez Espinar (1993), las tres concepciones clásicas,

orientación vocacional y profesional, orientación personal y orientación escolar, han convertido en las últimas décadas hacia un concepto unificado de orientación educativa, entendida como una práctica global que acompaña al sujeto en todos los ámbitos de su formación y desarrollo. En el contexto actual, la orientación se considera un elemento estructural del sistema educativo, esencial para garantizar la equidad, la inclusión y la calidad de los aprendizajes. La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, subraya la importancia de la orientación académica y profesional como derecho del alumnado y deber de los centros, destacando su función para promover la personalización de la enseñanza y la atención a la diversidad.

Desde esta perspectiva, la orientación educativa trasciende el mero acompañamiento en la toma de decisiones y se convierte en un proceso continuo, sistemático y formativo, cuyo objetivo es favorecer el desarrollo integral de la persona a lo largo de toda la vida. Este cambio de paradigma ha transformado también el papel del orientador escolar, que deja de ser un técnico especializado en diagnóstico o intervención puntual, para convertirse en un agente clave en la planificación, coordinación y evaluación de las políticas educativas de orientación.

El carácter educativo y preventivo de la orientación se apoya en autores como GYSBERS Y HENDERSON, quienes afirman que los programas integrales de orientación deben articularse con el currículo escolar, garantizando una atención personalizada y equitativa a todo el alumnado.

En síntesis, la orientación educativa se configura como una acción institucional y pedagógica que busca optimizar las condiciones de aprendizaje, desarrollo y bienestar de los estudiantes, articulando esfuerzos de toda la comunidad educativa.

Históricamente, la orientación surge vinculada al mundo del trabajo y la selección de personal. Frank Parsons, considerado el padre de la orientación vocacional, propuso un modelo científico para ayudar a los jóvenes a elegir su profesión, basado en la coincidencia entre las características personales y las demandas de la ocupación. Su modelo tripartito (autoconocimiento, conocimiento del mundo laboral y toma de decisiones racional) supuso el punto de partida de la orientación profesional moderna.

Posteriormente, autores como Donald Super (1957, 1990) ampliaron la concepción parsoniana introduciendo el enfoque del ciclo vital. Super subrayó que las decisiones vocacionales no son eventos aislados, sino procesos de desarrollo continuo vinculados a las etapas evolutivas del individuo.

En el contexto europeo y español, la orientación profesional se ha integrado en el marco de las políticas de aprendizaje permanente impulsadas por la Unión Europea y la OCDE, donde se reconoce su papel estratégico en la empleabilidad, la



movilidad laboral y la cohesión social. La Red Europea de Orientación a lo Largo de la Vida (ELGPN, 2015 ) destaca que la orientación debe estar presente en todas las etapas educativas como herramienta de inclusión y ciudadanía activa.

Desde una visión contemporánea, la finalidad de la orientación es “contribuir a la madurez del alumno como persona, siendo el currículo el vehículo adecuado para ello”. En consecuencia, la orientación profesional no se reduce a la elección de carrera o empleo, sino que se orienta al desarrollo de la identidad vocacional y la capacidad de autogestión profesional, competencias indispensables en la sociedad del conocimiento.

### **1.1. Notas relativas a la orientación personal**

La orientación personal se centra en el desarrollo integral del sujeto y en la promoción de su bienestar emocional y social. En esta línea de interés CARL ROGERS, desde la perspectiva humanista, aportó de forma inédita un modelo de orientación centrada en la persona, en el que el orientador actúa como facilitador del crecimiento personal mediante la empatía, la autenticidad y la aceptación incondicional.

A tenor de lo expresado, BISQUERRA define la orientación como “un proceso de ayuda continua a todas las personas, en todos sus aspectos, con el objeto de potenciar el desarrollo humano a lo largo de toda la vida”. Esta definición introduce la idea de continuidad, globalidad y participación del orientado, anticipando el modelo de orientación para la vida que hoy domina la literatura internacional.

En el contexto español, RODRÍGUEZ MORENO subraya que la orientación personal debe promover la educación emocional y la competencia social, facilitando al individuo el conocimiento de sí mismo, la autorregulación y la integración armónica en la sociedad. De ahí que los programas actuales de orientación personal incluyan el desarrollo de habilidades socioemocionales, la resolución pacífica de conflictos y la educación en valores. Es ello por lo que, la orientación personal constituye el núcleo axiológico de la orientación educativa contemporánea, al situar el crecimiento humano como fin último del proceso formativo.

En cuanto a la orientación escolar, desde la dimensión pedagógica, se refiere al conjunto de actuaciones dirigidas a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la adaptación escolar del alumnado, no obstante, debería estudiarse desde una doble vertiente. En la misma línea, Rodríguez Moreno (2000) entiende la orientación como un proceso de ayuda que acompaña al alumnado en su desarrollo personal y académico, la orientación en la escuela debe concebirse como un proceso continuo e integrado en la vida del centro, no como una acción esporádica o correctiva.

En España, la estructura organizativa de la orientación escolar quedó institucionalizada con la creación de los Equipos de Orientación Educativa y Psicopedagógica (EOEP) y los Departamentos de Orientación en los centros de secundaria, tal como establecen el Real Decreto 696/1995 y la normativa autonómica posterior.

El papel del orientador escolar, por tanto, trasciende la intervención individual para situarse en el ámbito de la planificación educativa, la innovación pedagógica y la colaboración con las familias y el entorno.

### **1.2. A la búsqueda de una definición de la orientación educativa**

La orientación educativa surge en los años setenta como síntesis de las anteriores concepciones. ÁLVAREZ Y BISQUERRA la definen como un enfoque integral que acompaña a las personas en todas las etapas de su vida y en todos sus ámbitos de desarrollo. Este modelo, conocido como orientación integral o desarrollo humano a lo largo de la vida, se basa en la prevención, la intervención y la optimización de las potencialidades personales.

Por otra parte, RODRÍGUEZ ESPINAR ofrece una definición clásica que sigue siendo válida: “Es la disciplina que versa sobre la aplicación tecnológica en el ámbito educativo de una serie de principios teóricos de las Ciencias Humanas y Sociales que permiten el diseño, ejecución y evaluación de programas de intervención dirigidos a la producción de los cambios necesarios en el alumno y su contexto, a fin de que aquel logre su plena autonomía y realización, tanto en su dimensión personal como social”.

En el contexto internacional, la UNESCO (2021) y la Comisión Europea (2020) destacan que la orientación educativa debe integrarse en las políticas de equidad e inclusión, actuando como garante del derecho a una educación personalizada y de calidad.

Por último, la American School Counselor Association (ASCA, 2008) redefine el papel del orientador como agente de cambio y liderazgo educativo, responsable de promover el éxito académico, el desarrollo personal y la preparación profesional del alumnado. Este enfoque sistémico y curricular refuerza la idea de que la orientación educativa no es un servicio complementario, sino un componente esencial de los sistemas educativos contemporáneos.

### **1.3. La orientación educativa en el sistema educativo español**

La orientación educativa en España se concibe como un proceso continuo, sistemático y global, destinado a favorecer el desarrollo integral del alumnado. Desde un punto de vista normativo, la Ley Orgánica 2/2006, de Educación (LOE), y sus sucesivas modificaciones a través de la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE),

establecen que la orientación forma parte del derecho del alumnado a recibir una educación que favorezca el pleno desarrollo de la personalidad y las capacidades.

En el Bachillerato, la función orientadora se articula principalmente a través de los Departamentos de Orientación y del profesorado tutor, quienes tienen la responsabilidad de guiar al alumnado en la toma de decisiones sobre su itinerario académico y profesional. La normativa vigente subraya la necesidad de que la orientación educativa no se limite a un asesoramiento puntual, sino que constituya un proceso formativo transversal, integrado en la práctica docente y vinculado a las competencias clave del currículo.

La orientación vocacional y profesional se plantea, así, como un acompañamiento en el desarrollo del proyecto vital del estudiante. Su finalidad es ayudarle a identificar sus intereses, capacidades y valores, así como a conocer las opciones académicas y laborales que ofrece la sociedad actual. En el caso del Bachillerato científico, esta función se ve reforzada por la necesidad de superar estereotipos y falsas creencias sobre la dificultad de las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y su proyección profesional.

En definitiva, la orientación en el sistema educativo español busca no solo facilitar la toma de decisiones informadas, sino también favorecer la equidad, garantizando que todos los estudiantes, independientemente de su origen o contexto socioeconómico, puedan acceder a la información y al acompañamiento necesarios para construir un proyecto profesional coherente.

#### **1.4. Estudio comparativo: la orientación educativa en España, en UE y en el ámbito internacional**

##### **A. Marco conceptual y fundamento normativo**

La orientación educativa en España se configura, conforme a la citada Ley Orgánica 2/2006, de Educación (LOE), y a la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), como un proceso continuo, sistemático y global dirigido al pleno desarrollo de la personalidad del alumnado. La LOMLOE incorpora la orientación como un principio básico del sistema educativo y la integra en las funciones de los centros docentes y de las administraciones públicas.

En el contexto de la Unión Europea, la orientación se enmarca en las políticas de aprendizaje permanente y en la estrategia de empleabilidad e inclusión social, consolidada a través de la Resolución del Consejo de la Unión Europea de 21 de noviembre de 2008 sobre una mejor integración de la orientación a lo largo de la vida en las estrategias de aprendizaje permanente.

En el ámbito internacional, organismos como la OCDE y la UNESCO conciben la orientación como una herramienta estratégica para promover la

igualdad de oportunidades, el desarrollo de competencias de gestión de la carrera (Career Management Skills) y la adaptación a un mercado laboral globalizado y digital.

En este ámbito supranacional, la orientación educativa se considera una herramienta estratégica para promover la igualdad de oportunidades, el desarrollo de competencias para la gestión de la carrera (Career Management Skills, CMS) y la adaptación de las personas a un mercado laboral globalizado, cambiante y digital. Este enfoque, consolidado por organismos como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), parte de la premisa de que la orientación no es únicamente un servicio de apoyo escolar o vocacional, sino una política pública esencial en el marco del aprendizaje permanente y la cohesión social.

La OCDE ha subrayado en sus informes recientes (Career Guidance for Adults in a Changing World of Work, 2021 ) que los servicios de orientación son determinantes para el bienestar individual y la eficiencia del mercado laboral. Una orientación accesible, personalizada y basada en datos aumenta la probabilidad de que las personas adultas participen en formación continua, mejoren su empleabilidad y logren transiciones exitosas entre empleos o sectores productivos. Por ello, se considera una inversión estratégica que reduce desigualdades, impulsa la movilidad social y refuerza la resiliencia frente a los cambios tecnológicos y económicos.

En consonancia con estas conclusiones, la UNESCO ha situado la orientación en el centro de su estrategia mundial para la educación y la formación técnica y profesional (Transforming TVET for Successful and Just Transitions. Strategy 2022–2029), entendiendo que el acceso equitativo a la orientación es un requisito previo para la inclusión social y de género, la transición justa hacia economías sostenibles y la adquisición de competencias digitales y verdes. En este sentido, la UNESCO insiste en que la orientación debe estar vinculada al desarrollo de capacidades para la empleabilidad, la ciudadanía y la vida activa, especialmente en países que afrontan fuertes transformaciones del tejido productivo.

Uno de los conceptos más relevantes en la evolución contemporánea de la orientación internacional es el de competencias de gestión de la carrera o Career Management Skills (CMS). Estas competencias abarcan el conjunto de habilidades, actitudes y conocimientos que permiten a las personas conocerse a sí mismas, explorar oportunidades formativas y laborales, tomar decisiones informadas y planificar su futuro profesional de manera flexible y autónoma. Tanto la OCDE como la Unión Europea las han incorporado como criterio clave de calidad de los

sistemas de orientación, al considerar que su desarrollo fortalece la capacidad de aprendizaje permanente y de adaptación a los cambios del entorno laboral.

La dimensión de igualdad de oportunidades constituye otro pilar fundamental en la visión internacional. Tanto la OCDE como la UNESCO coinciden en que la orientación debe ser universal y accesible, prestando especial atención a las mujeres, a los jóvenes de entornos socioeconómicos desfavorecidos, a las personas migrantes y a quienes poseen baja cualificación. Los informes de la OCDE destacan la existencia de “brechas de acceso” que afectan precisamente a los grupos más vulnerables, y recomiendan la creación de servicios segmentados por necesidades, combinando acompañamiento presencial y herramientas digitales. Esta visión se alinea con la perspectiva inclusiva de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, que identifica la orientación como un instrumento esencial para lograr el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, relativo a la educación de calidad y al aprendizaje a lo largo de toda la vida.

La transformación digital del trabajo ha introducido, además, nuevos desafíos para los sistemas de orientación. La OCDE recomienda combinar modalidades presenciales y virtuales en la prestación de servicios, potenciar las plataformas digitales de información verificada y fomentar el contacto directo con empresas y empleadores como parte de la orientación práctica. La UNESCO-UNEVOC, por su parte, resalta que las tecnologías emergentes no solo modifican la naturaleza de las profesiones, sino también la forma en que las personas se informan, se forman y toman decisiones sobre su futuro. Por ello, las políticas educativas deben promover el uso pedagógico de los entornos digitales como instrumentos de orientación y exploración vocacional, especialmente en jóvenes que se enfrentan a un mundo laboral crecientemente automatizado y basado en el conocimiento.

Finalmente, el consenso internacional, reflejado en el documento conjunto “Investing in Career Guidance” (OCDE, Cedefop, ETF, UNESCO, OIT y Comisión Europea, 2021), establece tres pilares para el fortalecimiento de la orientación en el siglo XXI: gobernanza coordinada, financiación sostenible y evaluación basada en resultados. Estos organismos coinciden en que la orientación debe concebirse como una función intersectorial, sustentada en la cooperación entre educación, empleo y servicios sociales, con marcos de calidad e indicadores que permitan valorar su impacto real en la vida de las personas.

## **B. Estructuras institucionales y modelos de actuación**

En el sistema español, la orientación se desarrolla mediante estructuras institucionales específicas: los Departamentos de Orientación en los centros de Educación Secundaria y los Equipos de Orientación Educativa y Psicopedagógica (EOEP) para etapas anteriores o necesidades específicas. Estas estructuras

coordinan la acción tutorial, la atención a la diversidad y la orientación académica y profesional.

En la Unión Europea, el modelo es más intersectorial, combinando servicios educativos, de empleo y sociales. La European Lifelong Guidance Policy Network (ELGPN), impulsada por la Comisión Europea y los Estados miembros, ha definido marcos comunes para la gobernanza, la financiación y la evaluación de los servicios de orientación, promoviendo una acción integrada entre los distintos niveles educativos y laborales.

La European Lifelong Guidance Policy Network (ELGPN) fue una red europea creada en el año 2007 con el objetivo de apoyar a los Estados miembros de la Unión Europea y a la Comisión Europea en el desarrollo de políticas coherentes de orientación a lo largo de la vida en los ámbitos de la educación, la formación y el empleo. Su constitución respondió a la necesidad de articular un marco común que permitiese coordinar los esfuerzos nacionales en materia de orientación educativa y profesional, reforzando la cooperación interinstitucional y promoviendo la calidad de los servicios.

La red operó bajo el método abierto de coordinación, que fomenta el intercambio de experiencias, la comparación de prácticas y la construcción de consensos entre los Estados miembros en torno a principios y objetivos comunes.

Durante su periodo de actividad, comprendido entre 2007 y 2015, el ELGPN elaboró un conjunto de documentos de referencia que se convirtieron en la base conceptual de las políticas europeas de orientación. Entre ellos destacan las *Guidelines for Policies and Systems Development for Lifelong Guidance*, publicadas en colaboración con la Universidad de Jyväskylä (Finlandia) y el Cedefop, donde se establecen criterios y orientaciones para el diseño y evaluación de sistemas nacionales de orientación coherentes con las estrategias europeas de aprendizaje permanente. Estas directrices proponen integrar la orientación en todas las etapas educativas y formativas, garantizar la accesibilidad universal de los servicios, establecer mecanismos de aseguramiento de la calidad y desarrollar competencias de gestión de la carrera en toda la ciudadanía.

El trabajo de la red se plasmó también en el ELGPN Resource Kit, un conjunto de herramientas conceptuales y metodológicas que permite a los responsables de políticas y a los profesionales analizar la situación de la orientación en sus respectivos países y avanzar hacia modelos más integrados y basados en la evidencia. Los materiales elaborados por el ELGPN consolidaron la noción de orientación como un proceso continuo que acompaña a las personas a lo largo de su vida, en sus transiciones educativas, formativas y laborales, y no como una intervención puntual limitada a etapas específicas.

Aunque el ELGPN concluyó formalmente su actividad en 2015, su legado sigue siendo fundamental para la configuración de los sistemas de orientación europeos. Sus aportaciones han influido en las políticas educativas de los Estados miembros y en la acción de redes como Euroguidance, Cedefop y el European Training Foundation (ETF), que han continuado desarrollando la agenda de la orientación a lo largo de la vida. En la actualidad, los marcos de calidad y las competencias profesionales definidos por el ELGPN continúan sirviendo de referencia para la formación del personal orientador y para el diseño de estrategias nacionales que promuevan la equidad, la empleabilidad y la cohesión social en Europa.

A escala internacional, la American School Counselor Association (ASCA) propone sistemas comprensivos de orientación basados en resultados, con estándares profesionales, procedimientos de evaluación y estructuras programáticas estables dentro de las instituciones educativas.

### **C. Enfoque metodológico y competencias orientadoras**

El enfoque metodológico de la orientación educativa en España se caracteriza por su integración progresiva en la práctica docente y en la acción tutorial, en estrecha vinculación con el desarrollo de las competencias clave del currículo definidas por la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE). La orientación no se concibe como una actividad aislada, sino como un proceso formativo que impregna la enseñanza, fomenta la autonomía del estudiante y promueve su madurez personal y profesional. En este modelo, el profesorado desempeña un papel esencial como agente orientador, al tiempo que la acción especializada de los departamentos de orientación proporciona el apoyo psicopedagógico, vocacional y organizativo necesario para garantizar la coherencia del proceso. La finalidad última es ofrecer al alumnado un acompañamiento que le permita tomar decisiones informadas y desarrollar su proyecto vital de acuerdo con sus capacidades, intereses y valores, dentro de un marco de equidad e inclusión educativa.

En el contexto de la Unión Europea, la orientación educativa se define como un proceso de aprendizaje permanente destinado a desarrollar competencias personales, sociales y profesionales que faciliten la gestión de las transiciones educativas, formativas y laborales. Este planteamiento, impulsado por la European Lifelong Guidance Policy Network (ELGPN) y por el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (Cedefop), sitúa la orientación en el núcleo de las políticas de aprendizaje a lo largo de la vida. A través de sus directrices y herramientas, estas instituciones europeas han promovido la incorporación de las denominadas Career Management Skills (CMS) como resultados de aprendizaje transversales que deben cultivarse desde la educación obligatoria hasta la formación continua de las personas adultas. Dichas competencias incluyen

el autoconocimiento, la exploración de oportunidades, la toma de decisiones, la planificación del futuro y la capacidad de adaptación a contextos laborales cambiantes. El desarrollo de las CMS constituye, por tanto, un indicador de calidad en los sistemas educativos europeos, al vincular el aprendizaje con la empleabilidad, la movilidad y la inclusión social.

En el ámbito internacional, los informes más recientes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) coinciden en destacar la necesidad de avanzar hacia servicios de orientación basados en la evidencia, apoyados en datos y diseñados desde un enfoque centrado en el usuario.

Según la OCDE, los sistemas de orientación deben ser digitalizados, accesibles y personalizados, combinando la atención presencial con el uso de plataformas tecnológicas que faciliten la exploración de información cualificada sobre estudios, empleos y competencias. La orientación contemporánea debe responder, además, a los principios de inclusión y equidad, garantizando el acceso universal a la información y al acompañamiento, especialmente en el caso de los colectivos con menor cualificación o en riesgo de exclusión.

En la misma línea, la UNESCO (*Transforming TVET for Successful and Just Transitions*, 2022) subraya la función de la orientación en la transición verde y digital del trabajo, y en la formación de personas capaces de gestionar su carrera de forma autónoma en un entorno económico y tecnológico en transformación constante.

De este modo, tanto en el plano nacional como en el europeo e internacional, la orientación educativa se configura como un proceso metodológico integral que combina la docencia, la tutoría, la tecnología y la colaboración institucional para guiar al estudiante en la construcción de su identidad y en la toma de decisiones académicas y profesionales coherentes con su proyecto de vida.

#### **D. Dimensión de equidad e inclusión**

La orientación educativa desempeña un papel decisivo en la promoción de la equidad y la inclusión dentro de los sistemas educativos contemporáneos. En el modelo español, esta función se concibe como un instrumento compensador de desigualdades, cuyo propósito es garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus circunstancias personales, sociales o económicas, dispongan de los medios y apoyos necesarios para desarrollarse plenamente y acceder en igualdad de condiciones a las oportunidades educativas y profesionales. La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), refuerza expresamente esta dimensión al reconocer la orientación y la tutoría como componentes esenciales de la atención personalizada y de la inclusión educativa. En su articulado, la norma



establece la obligación de los centros docentes de ofrecer una orientación integral que atienda las necesidades específicas del alumnado y favorezca la igualdad real de oportunidades, especialmente en aquellos colectivos más vulnerables o en riesgo de exclusión.

En coherencia con este planteamiento, los Departamentos de Orientación y los Equipos de Orientación Educativa y Psicopedagógica (EOEP) actúan como estructuras de apoyo que garantizan la implementación de estrategias inclusivas en los centros escolares. Su labor va más allá del asesoramiento académico o vocacional: implica una intervención educativa que detecta barreras para el aprendizaje, orienta medidas de apoyo individualizadas y fomenta la participación activa de todo el alumnado en la vida escolar. Desde esta perspectiva, la orientación se erige como un eje transversal de la política educativa española, estrechamente vinculado a los principios de equidad, inclusión, justicia social y atención a la diversidad, que la LOMLOE eleva a valores estructurales del sistema.

En línea con España y el marco de la Unión Europea, la equidad constituye uno de los principios rectores de la orientación a lo largo de la vida. La Resolución del Consejo de la Unión Europea de 21 de noviembre de 2008, sobre una mejor integración de la orientación en las estrategias de aprendizaje permanente, establece la obligación de los Estados miembros de garantizar la accesibilidad universal de los servicios de orientación, sin discriminación por razones de edad, género, origen, condición social o nivel educativo. El enfoque europeo asume que la orientación no debe limitarse a quienes ya están integrados en el sistema educativo o laboral, sino extenderse a todos los ciudadanos, incluidos los grupos tradicionalmente infrarrepresentados o con mayores dificultades de acceso a la información, como jóvenes desempleados, personas migrantes o adultos con baja cualificación.

El Cedefop, en sus informes más recientes sobre la política europea de orientación, ha insistido en que la equidad en el acceso a los servicios requiere no solo ampliar la cobertura, sino también asegurar la calidad y pertinencia de las intervenciones, adaptándolas a la diversidad de contextos y necesidades. Este principio se traduce en la promoción de programas específicos dirigidos a fomentar las vocaciones STEM en las alumnas, la igualdad de oportunidades en la formación profesional y la inclusión social a través de la orientación laboral. Además, la red Euroguidance y la European Lifelong Guidance Policy Network (ELGPN) han destacado que la orientación debe ser un recurso que potencie la participación activa, la autodeterminación y la empleabilidad de todos los ciudadanos, evitando que la desigualdad educativa se proyecte en desigualdad profesional.

En el plano internacional, la UNESCO y la OCDE coinciden en considerar la equidad un principio estructural de los sistemas de orientación contemporáneos. La UNESCO, en su estrategia Transforming TVET for Successful and Just Transitions

(2022–2029), sitúa la orientación en el centro de la construcción de sociedades justas, sostenibles e inclusivas, al garantizar que los individuos —especialmente mujeres y jóvenes de contextos desfavorecidos— puedan acceder a una educación y una formación técnica de calidad que les permita participar activamente en la economía del conocimiento y en la transición verde y digital del trabajo. Por su parte, la OCDE, en el informe *Career Guidance for Adults in a Changing World of Work* (2021), subraya que los servicios de orientación deben ser inclusivos, basados en datos y accesibles para todos, orientando sus esfuerzos hacia los grupos con menor representación y mayores dificultades de inserción. Ambas organizaciones integran la orientación dentro de las metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, especialmente en relación con el ODS 4, que promueve una educación de calidad, equitativa e inclusiva a lo largo de la vida, y el ODS 8, que aboga por el trabajo decente y el crecimiento económico sostenible.

### **E. Evaluación, calidad y profesionalización de la orientación**

En España, la calidad de la orientación está fuertemente condicionada por la formación del profesorado y por la coordinación entre las estructuras orientadoras del sistema (tutoría, Departamentos de Orientación y, en su caso, EOEP), dentro de un marco competencial descentralizado donde las Comunidades Autónomas regulan y despliegan buena parte de los dispositivos.

De ello se deduce que, no existe un sistema nacional unificado de evaluación de la orientación con indicadores comunes y comparables, aunque sí iniciativas y planes de calidad autonómicos y guías estatales que reconocen el derecho a la orientación y articulan responsabilidades (p. ej., Euroguidance España sintetiza el marco LOE/LOMLOE y el derecho del alumnado a recibir orientación educativa y profesional). Esta estructura explica la heterogeneidad en procedimientos de seguimiento, evaluación e indicadores entre territorios, así como la dependencia de la evaluación interna de centro (PAT, memoria anual) y de programaciones específicas.

En la Unión Europea, el consenso técnico y político apunta hacia la adopción de marcos de aseguramiento de la calidad y evaluación basada en resultados para los sistemas de orientación a lo largo de la vida. El ELGPN definió un Quality Assurance and Evidence (QAE) Framework y herramientas complementarias que sitúan la calidad en seis contextos (escuela, FP, educación superior, educación de personas adultas, empleo e inclusión social) e instan a emplear indicadores, estándares y evidencias para la mejora continua.

Este enfoque se completa con los ELGPN Tools dedicados a fortalecer la base de evidencias y a orientar a decisores sobre cómo comunicar el valor añadido de la orientación. Cedefop, por su parte, ha avanzado recientemente hacia la

propuesta de estándares europeos para el seguimiento y la evaluación de la orientación, incluyendo listas preliminares de indicadores para marcos de calidad que faciliten la comparabilidad entre países y la rendición de cuentas. En conjunto, estas referencias europeas promueven sistemas data-informed, con indicadores de acceso, equidad, eficacia y satisfacción y con ciclos de mejora a nivel de centro, servicio y sistema.

En el ámbito internacional, la profesionalización del personal orientador y la rendición de cuentas se han apoyado en marcos consolidados. La ASCA ha establecido, desde 2008 y en sus actualizaciones, los School Counselor Competencies y los Professional Standards & Competencies que describen conocimientos, habilidades y actitudes del orientador escolar, así como estándares éticos y resultados esperados en dominios académico, de carrera y socioemocional.

Estos documentos impulsan programas comprensivos guiados por datos, con metas mensurables y evaluación del impacto en el aprendizaje y la equidad. A nivel programático, el modelo de Gysbers y Henderson (referencia clásica), estructura la orientación escolar en fases de planificación, diseño, implementación, evaluación y mejora, y ha sido ampliamente adaptado para sostener una cultura de mejora continua y accountability en los centros. La convergencia entre ASCA y Gysbers-Henderson aporta un lenguaje profesional común y herramientas operativas para valorar la calidad de los servicios, definir roles y optimizar resultados con evidencia.

En definitiva, mientras que en nuestro país, la evaluación de la orientación descansa en gran medida en procedimientos internos de centro y en marcos autonómicos, el referente europeo plantea modelos comunes de calidad con indicadores e instrumentos transferibles, y el plano internacional ofrece estándares profesionales y programáticos que refuerzan la profesionalización y la evaluación basada en resultados. La alineación de estos tres niveles —nacional, europeo e internacional— constituye una vía sólida para evolucionar hacia sistemas de orientación coherentes, comparables y efectivos en términos de equidad, acceso y resultados.

## **F. Síntesis comparativa**

El modelo español comparte con el marco europeo e internacional la concepción de la orientación como un proceso continuo y de carácter integral, pero presenta un desarrollo institucional más ligado al sistema educativo y menos interconectado con los servicios de empleo y formación profesional.

Mientras la Unión Europea promueve un enfoque coordinado, centrado en la orientación a lo largo de la vida y en la adquisición de competencias de gestión de la carrera, España mantiene un modelo predominantemente escolar, centrado

en etapas educativas concretas y con una implementación desigual según las comunidades autónomas.

El ámbito internacional aporta una visión más estructurada en términos de estándares profesionales, evaluación por resultados y digitalización de servicios, aspectos hacia los que el sistema español y europeo tienden progresivamente en el marco de la modernización educativa y del aprendizaje permanente.

## **2. Dificultades en la elección de estudios universitarios en el ámbito científico**

### **2.1. Introducción**

La elección de una carrera universitaria en el ámbito científico constituye una de las decisiones más relevantes y complejas que enfrenta el alumnado en su transición a la educación superior. Este proceso se encuentra condicionado por factores personales, educativos, sociales, culturales y estructurales, que interactúan de manera dinámica y determinan tanto las preferencias como las posibilidades reales de elección.

A diferencia de otras áreas de conocimiento, las disciplinas científicas —como la Física, la Química, la Biología o la Ingeniería— presentan una serie de particularidades que influyen directamente en su percepción social. Persisten en el imaginario colectivo estereotipos que asocian estas carreras con la dificultad, la abstracción y la necesidad de poseer un talento especial. Estas creencias, arraigadas desde la educación primaria, generan en muchos estudiantes inseguridad y dudas sobre su capacidad para afrontar con éxito dichos estudios.

El interés por promover vocaciones científicas se ha convertido en una prioridad estratégica para los sistemas educativos europeos. La Comisión Europea (2018) alertó de que la falta de estudiantes en las áreas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) compromete la competitividad tecnológica y la sostenibilidad de los modelos productivos. Sin embargo, el origen de esta carencia no puede explicarse únicamente por la falta de interés, sino por un conjunto de barreras de carácter psicológico, pedagógico, económico y cultural.

### **2.2. Percepciones sociales y autoconfianza académica**

Una de las principales dificultades en la elección de estudios científicos radica en la percepción de estas carreras como “difíciles”, “abstractas” o “reservadas para mentes privilegiadas”. Este imaginario social se refuerza con frecuencia en el propio entorno escolar, donde las materias científicas se presentan con alto nivel de exigencia y escasa conexión con la vida cotidiana.

El informe de la Comisión Europea Science Education for Responsible Citizenship (2015) subraya que la actitud del alumnado hacia la ciencia depende,

en gran medida, de su percepción de utilidad y de la confianza en sus propias capacidades. Cuando el estudiante considera que las matemáticas o la física son inaccesibles, disminuye su motivación y se reduce la probabilidad de que elija una carrera vinculada a estas disciplinas.

La autoconfianza o percepción de competencia se configura, por tanto, como un factor esencial. El Programme for International Student Assessment (PISA), en su edición de 2018, mostró una correlación significativa entre el nivel de autoeficacia percibida y la disposición a estudiar ciencias en el futuro. Los estudiantes que se consideran competentes en resolver problemas científicos presentan una probabilidad mucho mayor de proyectar su trayectoria hacia estudios STEM.

En consecuencia, el desafío educativo no consiste únicamente en mejorar los resultados en matemáticas o ciencias, sino también en fortalecer la autopercepción positiva de los estudiantes hacia estas materias, especialmente en aquellos grupos que tradicionalmente muestran menor autoconfianza, como las mujeres o el alumnado de entornos socioeconómicos desfavorecidos.

### **2.3. Dificultades pedagógicas y curriculares**

La estructura curricular del Bachillerato científico constituye otro elemento decisivo. En muchos países europeos, incluido España, este itinerario presenta una elevada carga lectiva, con asignaturas de gran densidad conceptual y escasa integración interdisciplinar. Esta configuración puede derivar en estrés académico y desmotivación si el proceso de enseñanza-aprendizaje no se acompaña de estrategias que vinculen los contenidos con su aplicación práctica y social.

Según el Informe CYD 2023, elaborado por la Fundación Conocimiento y Desarrollo, los estudiantes perciben que las titulaciones científicas ofrecen una formación sólida, pero también reconocen su alto nivel de exigencia y su limitada orientación práctica. Esta percepción contribuye a que una parte del alumnado abandone la idea de cursar estudios científicos, incluso cuando posee aptitudes suficientes.

La orientación metodológica también desempeña un papel central. Las prácticas docentes centradas en la memorización de fórmulas o procedimientos teóricos reducen la comprensión profunda de los fenómenos naturales y dificultan la conexión entre el conocimiento y la realidad cotidiana. Por el contrario, la aplicación de metodologías activas —como el aprendizaje basado en proyectos, la experimentación en laboratorio o la simulación computacional— incrementa la motivación y la capacidad para transferir los conocimientos científicos a contextos reales.

La UNESCO (2021) recomienda que la enseñanza de las ciencias fomente la curiosidad, el pensamiento crítico y la creatividad, integrando experiencias

prácticas y colaborativas que acerquen la investigación científica al aula. Este enfoque contribuye a despertar vocaciones y a construir una imagen más accesible y atractiva de la ciencia.

## **2.4. Información y orientación vocacional**

Otro obstáculo relevante es la falta de información actualizada y contextualizada sobre las salidas profesionales de las carreras científicas. Con frecuencia, los estudiantes eligen sus estudios universitarios en función de preferencias personales, presiones familiares o ideas vagas sobre las oportunidades laborales.

El Ministerio de Universidades (2022) y la Fundación CYD (2023) coinciden en señalar la existencia de una brecha entre las expectativas del alumnado y la realidad del mercado laboral. En las ramas STEM, pese a ofrecer tasas de empleabilidad elevadas, persiste una visión social que las percibe como carreras con escasa flexibilidad o con itinerarios profesionales limitados.

Esta desinformación afecta especialmente a los estudiantes de entornos familiares sin tradición universitaria, donde el capital cultural y social disponible es reducido. En estos contextos, el acceso a referentes profesionales, mentores o experiencias científicas es más escaso, lo que genera desigualdad de oportunidades en el proceso de elección.

Una orientación vocacional eficaz debe ir más allá de la simple información sobre titulaciones. Debe incorporar acompañamiento personalizado, exploración de intereses y actividades de descubrimiento vocacional, como talleres, visitas a universidades o encuentros con científicos. La European Schoolnet (2020) ha mostrado que las intervenciones de orientación temprana y contextualizada incrementan significativamente el interés del alumnado por las ciencias y la tecnología.

## **2.5. Desigualdades de género en la elección científica**

Las diferencias de género constituyen una de las brechas más persistentes en la elección de estudios universitarios en el ámbito científico. Aunque las mujeres representan actualmente más del 55 % del alumnado universitario en España, su presencia en titulaciones STEM sigue siendo minoritaria.

La UNESCO (2017), en su informe *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in STEM*, identifica tres factores fundamentales que explican esta desigualdad: los estereotipos de género, la falta de modelos femeninos en la ciencia y los sesgos inconscientes presentes en la educación. Desde la infancia, las niñas suelen recibir mensajes explícitos o implícitos que asocian la ciencia y la tecnología

con el mundo masculino. Esta influencia repercute en la confianza, el interés y la elección de itinerarios formativos.

Asimismo, la OCDE (2015), en su informe *The ABC of Gender Equality in Education*, constató que, a igual rendimiento en matemáticas y ciencias, las alumnas manifiestan menor interés en continuar estudios relacionados con estas disciplinas. Este fenómeno se conoce como “brecha de autoconfianza científica”.

Superar estas desigualdades exige integrar la perspectiva de género en la orientación educativa y visibilizar referentes femeninos en los programas académicos. Las políticas educativas deben promover entornos inclusivos donde las estudiantes se sientan representadas y valoradas, y donde la ciencia se presente como una actividad abierta, diversa y socialmente útil.

## **2.6. Factores estructurales y de contexto socioeconómico**

La elección de estudios científicos también está condicionada por factores estructurales vinculados a las condiciones económicas, el acceso a recursos y la ubicación geográfica. El coste de la matrícula universitaria, la necesidad de desplazamiento a otras ciudades o la carencia de infraestructuras tecnológicas en los centros educativos limitan el acceso a estas carreras, especialmente entre los estudiantes de entornos rurales o de bajos ingresos.

El Informe sobre la Equidad en la Educación Superior en España (Ministerio de Universidades, 2023) advierte que las diferencias socioeconómicas se traducen en desigualdades en la elección y finalización de estudios, siendo las carreras científicas las más afectadas por la brecha de acceso.

La disponibilidad de recursos experimentales y laboratorios en los centros de secundaria también influye en el interés del alumnado. Según la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (2022), los institutos con programas de investigación escolar o proyectos de ciencia ciudadana registran un porcentaje significativamente mayor de estudiantes interesados en carreras científicas.

Por tanto, la política educativa debe garantizar igualdad de oportunidades mediante becas, programas de movilidad, inversión en equipamiento científico y acceso equitativo a la información universitaria, especialmente en territorios periféricos o con menor densidad de oferta universitaria.

## **2.7. Orientación y acompañamiento educativo**

La orientación académica y profesional cumple una función estratégica en la superación de las dificultades descritas. No basta con ofrecer información sobre los planes de estudio o las notas de corte: es necesario un acompañamiento continuo que ayude al alumnado a identificar sus intereses, capacidades y expectativas vitales.

El Consejo Escolar del Estado (2022) ha destacado la necesidad de reforzar los programas de orientación vocacional desde la Educación Secundaria Obligatoria, incorporando actividades que promuevan la exploración práctica del conocimiento científico y el contacto directo con la universidad y la empresa.

Entre las medidas más eficaces se encuentran las visitas a facultades y centros de investigación, la participación en ferias científicas, los talleres de experimentación y los programas de mentorización. Estas experiencias permiten al alumnado visualizar la ciencia como una actividad humana, creativa y socialmente relevante, contribuyendo a disminuir la distancia entre la teoría escolar y la práctica profesional.

Asimismo, el profesorado desempeña un papel clave. Los docentes de ciencias pueden convertirse en mediadores vocacionales cuando transmiten entusiasmo, presentan la ciencia desde una perspectiva social y fomentan la curiosidad. La formación docente en orientación y comunicación científica resulta, por tanto, imprescindible.

## **2.8. Perspectiva comparada y desafíos internacionales**

Las dificultades en la elección de estudios científicos no son exclusivas de España. En la mayoría de los países de la Unión Europea se observa un descenso o estancamiento en la matrícula de titulaciones STEM, acompañado de una persistente brecha de género y desigualdad socioeconómica.

La European Commission (2021), en su Report on the European Research Area, ha señalado que el déficit de profesionales STEM constituye un reto estratégico para el futuro de la innovación europea. De igual modo, la OCDE (2020) subraya la importancia de fomentar vocaciones científicas tempranas y fortalecer los vínculos entre la educación secundaria y el mercado laboral tecnológico.

Entre las estrategias internacionales más destacadas se encuentran la introducción de programas de mentoría científica, el aprendizaje basado en retos sociales, las alianzas entre escuelas y universidades, y la promoción de la ciencia como elemento cultural y ciudadano. Estas políticas buscan reconfigurar la imagen pública de la ciencia y garantizar la participación de todos los grupos sociales en su desarrollo.

## **Conclusiones**

La elección de estudios universitarios en el ámbito científico está condicionada por una red de factores interrelacionados que van desde las percepciones individuales hasta los condicionamientos estructurales. Las principales dificultades identificadas se agrupan en torno a:



1. La persistencia de estereotipos que asocian las ciencias con la dificultad y la exclusividad intelectual.
2. La escasa autoconfianza del alumnado en su competencia científica.
3. La rigidez y orientación teórica de los currículos de Bachillerato.
4. La insuficiencia de información vocacional y de referentes profesionales.
5. Las desigualdades de género y socioeconómicas.

Superar estas barreras exige una acción educativa planificada, interdisciplinar y sostenida. Es necesario fortalecer la orientación vocacional desde etapas tempranas, vincular los contenidos científicos con su relevancia social, promover metodologías activas y garantizar la equidad en el acceso a los recursos educativos.

La enseñanza de las ciencias debe concebirse como un espacio de descubrimiento y compromiso con los problemas del mundo contemporáneo, en el que el alumnado pueda reconocerse como protagonista del conocimiento y no como mero receptor. Solo así será posible construir una educación científica inclusiva, motivadora y capaz de generar vocaciones que contribuyan al progreso humano, tecnológico y sostenible

### **Enfoque N° 1. Barreras en la elección de estudios científicos y acciones orientadoras recomendadas**

El acceso a los estudios científicos continúa condicionado por un conjunto de **barreras de diversa naturaleza** que influyen en la autopercepción del alumnado, sus expectativas de éxito y la toma de decisiones académicas. Estas barreras pueden agruparse en siete tipologías principales: perceptivas, curriculares, socioeconómicas, informativas, de género, territoriales y relacionadas con la transición educativa.

En primer lugar, las **barreras perceptivas o de autoconfianza** se manifiestan en la creencia de que “la ciencia es solo para genios”, acompañada de ansiedad ante materias como matemáticas o física y una baja expectativa de logro. Para contrarrestar este tipo de obstáculos, se recomienda introducir secuencias de *éxitos tempranos* en Física, con actividades graduadas y prácticas guiadas que permitan la autocorrección de errores. El feedback formativo debe centrarse en el proceso más que en el resultado, ayudando a visibilizar los errores como parte natural del método científico. Entre los indicadores de mejora se encuentran el aumento de la autoconfianza declarada, la mayor participación en actividades STEM y la evolución positiva de las calificaciones.

Las barreras curriculares o pedagógicas se relacionan con la carga teórica excesiva, la falta de contextualización de los contenidos y la desmotivación del alumnado. Para mitigarlas, se proponen metodologías activas como el Aprendizaje

Basado en Proyectos (ABP) y retos STEM contextualizados. Asimismo, se promueve la utilización regular del laboratorio, las simulaciones y el uso de sensores móviles para vincular los conceptos teóricos con problemas reales. La asistencia y participación en estas actividades, así como las rúbricas de desempeño competencial, actúan como indicadores de seguimiento del progreso.

En el ámbito socioeconómico y del capital cultural, el acceso desigual a la información y a las redes de apoyo constituye un factor limitante, especialmente en contextos con menores recursos. Las medidas orientadoras más efectivas incluyen la concesión de becas, ayudas informativas activas, visitas a campus y laboratorios, y experiencias prácticas que fomenten la movilidad. La participación del alumnado vulnerable y la continuidad en los itinerarios educativos se consideran indicadores clave del impacto de estas acciones.

Las barreras informativas o de orientación derivan del desconocimiento de las opciones de grado, las trayectorias académicas y las salidas profesionales, lo que lleva a decisiones tomadas por inercia familiar. Para afrontarlas, es necesario elaborar mapas visuales de estudios y profesiones STEM, ofrecer charlas con especialistas y realizar un seguimiento individualizado de los intereses y vocaciones del alumnado. La satisfacción de las familias y la asistencia a actividades informativas permiten evaluar la eficacia de estas intervenciones.

Por otra parte, las barreras de género y los estereotipos continúan siendo un obstáculo significativo en la elección de carreras científicas. La infrarrepresentación femenina, la falta de referentes y la asignación de roles segregados contribuyen a la persistencia de esta desigualdad. Para superarlas, se recomiendan programas de mentorización con referentes femeninos, el reparto equilibrado de roles en los equipos y la creación de clubes o actividades específicas para alumnas. El incremento de la participación femenina en iniciativas STEM y la mejora del clima de aula son indicadores de avance en este ámbito.

En contextos con limitaciones materiales, las barreras territoriales o de recursos se manifiestan en la escasez de laboratorios o programas de refuerzo. La creación de redes de colaboración con universidades, centros de investigación o laboratorios asociados, así como la participación en proyectos intercentros, contribuyen a compensar estas carencias. Los convenios activos y la producción de recursos o prototipos virtuales constituyen medidas de seguimiento.

Finalmente, las barreras vinculadas a la transición y toma de decisiones aparecen en el paso de la Educación Secundaria a la Universidad, donde la incertidumbre y la procrastinación pueden dificultar la elección. Para facilitar este proceso, se propone el diseño de itinerarios guiados con hitos temporales, talleres de autoconocimiento y simulaciones de escenarios de decisión. El cumplimiento

de los hitos establecidos y la finalización del portafolio de elección son indicadores del grado de orientación alcanzado.

En conjunto, este análisis pone de relieve que la reducción de las barreras hacia los estudios científicos requiere una acción educativa coordinada, sostenida y basada en la observación sistemática del progreso del alumnado. Las estrategias orientadoras deben abordar tanto los aspectos cognitivos como los emocionales y contextuales, integrando la orientación vocacional en el proceso de enseñanza de las ciencias.

### **3. Factores psicológicos, sociales y de género en la elección de carrera**

La elección vocacional constituye un proceso multidimensional en el que intervienen factores psicológicos, sociales, culturales y de género, cuya interacción condiciona en gran medida las decisiones del alumnado, especialmente en el ámbito científico. Más allá del rendimiento académico o de las aptitudes objetivas, las elecciones de estudios superiores reflejan un entramado de percepciones, motivaciones y valores que se configuran a lo largo de la trayectoria escolar. Comprender estos determinantes resulta fundamental para diseñar estrategias de orientación vocacional eficaces, que respondan no solo a las capacidades, sino también a las expectativas, emociones y contextos de cada estudiante.

#### **3.1. Factores psicológicos: autoeficacia, motivación y expectativas**

Desde la perspectiva psicológica, la investigación vocacional contemporánea subraya el papel de la autoeficacia percibida, concepto introducido por Bandura (1997), como variable clave en la elección de estudios y profesiones. Los estudiantes que se perciben competentes en las materias científicas y que atribuyen sus logros al esfuerzo y a la estrategia, más que a la habilidad innata, tienden a mantener un interés sostenido en las disciplinas STEM. Por el contrario, quienes experimentan baja autoconfianza, ansiedad ante el error o percepción de incompetencia matemática o lógica suelen evitar carreras científicas, incluso cuando poseen el potencial para cursarlas con éxito (Eccles y Wigfield, 2020).

A ello se añade la motivación intrínseca, entendida como el disfrute y la satisfacción que produce aprender por interés propio. Las teorías de la autodeterminación de DECI Y RYAN, han demostrado que el alumnado que percibe autonomía, competencia y relación social positiva en el aprendizaje de la ciencia muestra un mayor compromiso y persistencia académica. La motivación extrínseca —centrada en recompensas externas como el prestigio o la empleabilidad— puede impulsar la elección inicial, pero no garantiza la continuidad. Por tanto, la orientación eficaz debe promover experiencias de aprendizaje significativas y emocionalmente positivas, donde el alumnado sienta que las ciencias son comprensibles, útiles y accesibles.

En este contexto, el profesorado de ciencias desempeña un papel decisivo al modular estas percepciones mediante su estilo pedagógico, su lenguaje y su forma de presentar los contenidos. El clima de aula, la retroalimentación constructiva y las oportunidades de éxito progresivo son factores que refuerzan la autoeficacia y la disposición vocacional hacia las disciplinas científicas (OCDE, PISA 2022 Results, Volume II).

### **3.2. Factores sociales: familia, entorno y capital cultural**

La elección vocacional no puede comprenderse al margen del contexto social y familiar. Numerosos estudios coinciden en que las expectativas parentales y el nivel educativo de los progenitores constituyen predictores relevantes del tipo de estudios elegidos (European Commission, Science Education for Responsible Citizenship, 2015). Las familias que valoran la ciencia como fuente de conocimiento y progreso suelen transmitir a sus hijos una visión positiva de las profesiones científicas, reforzando su motivación y su persistencia ante las dificultades académicas.

Por el contrario, cuando el entorno familiar carece de referentes en el ámbito científico o desconoce las salidas profesionales de las titulaciones STEM, es más probable que las decisiones se basen en criterios poco informados o estereotipados. En estos casos, la escuela y los departamentos de orientación asumen una función compensadora del capital cultural, proporcionando información actualizada sobre las oportunidades formativas, los itinerarios universitarios y las condiciones del mercado laboral.

El entorno social también ejerce una influencia notable en la configuración de las vocaciones científicas. Los pares, compañeros y amigos, desempeñan un papel determinante en la construcción de las actitudes hacia las distintas materias, pues a través de la interacción cotidiana se consolidan percepciones compartidas sobre la dificultad, el interés o el prestigio de cada disciplina. De este modo, las ciencias y las matemáticas pueden ser vistas como áreas “difíciles” o “reservadas a los más capaces”, una representación social que, al difundirse en los grupos de iguales, puede reforzar la autolimitación o el desinterés del alumnado menos seguro de sus competencias. Diversos estudios en psicología social y educación confirman que las expectativas del grupo influyen más intensamente en la elección de estudios que las orientaciones formales del profesorado. A ello se añade el peso del entorno familiar, cuyas creencias y aspiraciones condicionan de forma significativa la toma de decisiones académicas. Las familias con capital cultural científico, padres o madres con estudios universitarios en áreas técnicas o con hábitos de divulgación científica, tienden a transmitir una valoración positiva de la ciencia y fomentan el gusto por la indagación y la curiosidad intelectual. En cambio, en contextos donde la experiencia científica es ajena o percibida como inaccesible, pueden prevalecer actitudes de distanciamiento o temor hacia las materias STEM. La orientación

educativa debe, por tanto, incorporar la mediación familiar como un elemento central, fomentando la participación de los progenitores en actividades científicas y en la toma de decisiones formativas.

Por otro lado, la representación mediática de la ciencia ejerce una influencia poderosa en el imaginario juvenil. Aunque la divulgación ha experimentado una notable expansión gracias a los medios digitales y a las redes sociales, la imagen del científico sigue marcada, en muchos casos, por estereotipos anacrónicos: figura solitaria, masculina, excéntrica o desvinculada de la vida cotidiana.

Este modelo, que aún domina buena parte de las narrativas audiovisuales y literarias, refuerza la percepción de la ciencia como un territorio reservado a minorías “brillantes” y difícilmente alcanzable. La carencia de referentes femeninos y la escasa presencia de científicos jóvenes o diversos en los medios contribuyen a reducir las posibilidades de identificación vocacional, especialmente entre las alumnas y los estudiantes procedentes de entornos socioeconómicos menos favorecidos.

En este contexto, las iniciativas de divulgación educativa adquieren un papel compensador y transformador. Programas como los impulsados por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), la Red de Museos de Ciencia y Tecnología o los espacios de aprendizaje informal (museos interactivos, ferias científicas, hackathons, cafés científicos) acercan la ciencia al alumnado desde una perspectiva más humana, colaborativa y socialmente relevante. Estas actividades no solo despiertan la curiosidad y el interés por las disciplinas científicas, sino que ofrecen experiencias de contacto directo con investigadores, instrumentos y procesos reales, reforzando la percepción de la ciencia como práctica colectiva y accesible.

En definitiva, el entorno social, familiar y mediático constituye un entramado de influencias que moldea la identidad científica del alumnado. Por ello, las estrategias de orientación deben atender a estos factores externos, integrando la educación científica formal con acciones de divulgación, participación comunitaria y modelos sociales positivos que amplíen el horizonte de elección vocacional.

### **3.3. Factores de género: brechas, estereotipos y referentes**

La dimensión de género constituye uno de los retos más persistentes y complejos en la orientación vocacional científica. Pese a los avances normativos en materia de igualdad y al incremento del acceso femenino a todos los niveles educativos, la presencia de las mujeres en determinadas titulaciones científicas y tecnológicas sigue siendo sensiblemente inferior a la de los hombres. Según los informes *She Figures 2021* (European Commission) y *Cracking the Code* (UNESCO, 2017), las mujeres representan menos del 30 % del personal investigador en el

mundo, y su participación en las áreas STEM, especialmente en Física, Ingeniería, Informática o Tecnología, continúa siendo minoritaria y desigual. Mientras que en las biociencias, la medicina o las ciencias de la salud su presencia se acerca o incluso supera la paridad, en disciplinas como la física teórica, la ingeniería industrial o la ciencia de datos apenas supera el 20 %, y en algunos casos desciende por debajo del 15 %. Este desequilibrio responde a causas estructurales, culturales y educativas que actúan de manera interrelacionada desde edades tempranas. Los estereotipos de género, transmitidos en la familia, en la escuela y en el entorno mediático, asocian la ciencia y la tecnología con atributos tradicionalmente masculinos —racionalidad, objetividad, competitividad—, mientras que vinculan las humanidades y los cuidados con rasgos considerados femeninos, como la empatía o la sensibilidad. Esta socialización diferencial produce una división simbólica de los saberes, en la que la curiosidad científica de las niñas tiende a ser desvalorizada o canalizada hacia áreas “socialmente aceptables” de la ciencia, como la biología o la medicina, pero no hacia la ingeniería o la física.

Las consecuencias de este proceso se observan ya en la educación secundaria, donde las alumnas, a pesar de obtener rendimientos académicos iguales o superiores en matemáticas y ciencias, muestran menor autoconfianza en sus competencias científicas. La investigación psicológica ha demostrado que este fenómeno, conocido como autoeficacia percibida diferencial, es uno de los factores más decisivos en la elección vocacional. Las jóvenes no renuncian a la ciencia por falta de capacidad, sino por falta de reconocimiento y apoyo simbólico. El entorno social y escolar, en su conjunto, comunica expectativas diferenciadas que influyen en la autopercepción y, en última instancia, en la toma de decisiones académicas.

La ausencia de referentes femeninos visibles constituye otro obstáculo crucial. Los materiales didácticos, los programas de divulgación y los medios de comunicación continúan representando a la ciencia como una empresa masculina. En la mayoría de los libros de texto, las biografías de científicas brillantes, como Marie Curie, Lise Meitner, Rosalind Franklin, Margarita Salas o Vera Rubin, aparecen de forma marginal, a menudo subordinadas a la de sus colegas varones. Este silenciamiento histórico genera un imaginario en el que la mujer científica aparece como una excepción, un “caso aislado”, y no como parte constitutiva del desarrollo del conocimiento.

La carencia de modelos cercanos en el entorno educativo agrava el problema. Las mujeres siguen siendo minoría en los departamentos universitarios de ingeniería y física, y su representación disminuye drásticamente en los niveles superiores de la carrera académica, fenómeno conocido como leaky pipeline o “tubería que gotea”, que describe la pérdida progresiva de talento femenino a medida que se asciende en la jerarquía científica. Esta realidad transmite al alumnado un mensaje

implícito: la ciencia avanzada o el liderazgo tecnológico siguen siendo espacios predominantemente masculinos.

La orientación vocacional con perspectiva de género debe, por tanto, asumir una función reparadora y transformadora. No se trata únicamente de fomentar el acceso de las alumnas a las carreras STEM, sino de reconstruir el significado cultural de la ciencia como proyecto inclusivo, colaborativo y éticamente comprometido. Ello implica revisar los contenidos curriculares para incorporar las aportaciones de las mujeres científicas en todos los niveles educativos, y no como meras notas biográficas complementarias, sino como ejemplos epistemológicos de cómo se hace ciencia en plural y desde distintas perspectivas.

Además, la formación del profesorado resulta determinante. Numerosos estudios demuestran que las expectativas y actitudes del profesorado hacia el rendimiento de chicas y chicos influyen de manera decisiva en su autoeficacia y motivación. La sensibilización sobre los sesgos inconscientes, la adopción de un lenguaje inclusivo y la asignación equitativa de roles en el aula (por ejemplo, en experimentos o tareas de liderazgo) contribuyen a desactivar los mecanismos de exclusión simbólica. En este sentido, la orientación no debe entenderse como un acto puntual, sino como una práctica transversal que impregna toda la vida escolar.

Las estrategias institucionales y las políticas públicas también juegan un papel clave. Como veremos más adelante, existen programas como “Mujer e Ingeniería” de la Real Academia de Ingeniería, “STEM Talent Girl”, “Inspira STEAM” o “Girls4STEM” de la Universitat de València demuestran la eficacia de la mentoría, la divulgación cercana y la creación de redes de apoyo femenino en la consolidación de vocaciones científicas. Estos proyectos se basan en el contacto directo entre estudiantes y profesionales, la visibilización de referentes y la transmisión de una imagen realista y diversa de la ciencia contemporánea.

Asimismo, la investigación educativa reciente insiste en la necesidad de promover la cultura científica con perspectiva de género desde edades tempranas, integrando la coeducación en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Las aulas deben ser espacios donde la curiosidad, el error y la experimentación sean valores compartidos, ajenos a las expectativas estereotipadas de rendimiento. Solo así puede lograrse una participación plena y equitativa de mujeres y hombres en el desarrollo científico y tecnológico del siglo XXI.

En definitiva, la reducción de la brecha de género en las vocaciones STEM exige una acción coordinada entre escuela, familia, universidad y medios de comunicación. Fomentar la igualdad en la orientación científica no es únicamente una cuestión de justicia social, sino también de excelencia y sostenibilidad: la

ciencia necesita todas las miradas para avanzar hacia soluciones más creativas, inclusivas y humanas.

### **3.4. Estrategias de orientación integradora y equitativa**

Superar las desigualdades derivadas de los factores psicológicos, sociales y de género requiere un modelo de orientación integral y proactivo. En el Bachillerato, la orientación vocacional debería incluir espacios de autoconocimiento, reflexión y toma de decisiones acompañada, así como acciones concretas para despertar vocaciones científicas. Estas estrategias pueden materializarse en talleres de exploración vocacional, actividades de laboratorio contextualizadas, visitas a facultades o centros de investigación, y charlas con profesionales que actúen como referentes.

Asimismo, la orientación debe involucrar a las familias como agentes corresponsables del proceso. Programas de sensibilización y guías de orientación dirigidas a los padres pueden contribuir a ampliar su visión de las oportunidades que ofrecen las ciencias y a evitar la reproducción de sesgos o prejuicios. La colaboración escuela-familia-universidad-empresa emerge así como un eje fundamental para una orientación eficaz e inclusiva.

Por último, la orientación vocacional con perspectiva de género y social debe promover una cultura científica abierta y democrática, donde la diversidad sea percibida como una fuente de innovación y riqueza. Una mayor presencia femenina y de estudiantes de entornos diversos en los estudios STEM no solo corrige desigualdades históricas, sino que también fortalece la capacidad de la sociedad para afrontar los desafíos del siglo XXI desde una ciencia más plural, ética y comprometida.

## **4. El papel del profesorado de ciencias como agente orientador**

El profesorado de ciencias ocupa una posición central en la orientación vocacional del alumnado de Bachillerato, especialmente en el itinerario científico-tecnológico, donde las decisiones académicas adquieren una relevancia determinante para el futuro formativo y profesional de los estudiantes. Su función va mucho más allá de la mera transmisión de conocimientos o de la preparación para pruebas externas: el docente de ciencias se convierte en un mediador entre el conocimiento científico y el proyecto vital del estudiante, ayudando a articular la comprensión del mundo con la construcción de la identidad personal y profesional.

Desde una perspectiva pedagógica, el profesorado de Física, Química, Biología o Matemáticas actúa como un agente orientador implícito, ya que su forma de enseñar, sus expectativas y la manera en que comunica la relevancia del saber científico influyen de manera directa en las percepciones, actitudes y aspiraciones del alumnado. La investigación educativa ha demostrado que los docentes que vinculan



los contenidos curriculares con su utilidad social, tecnológica o medioambiental fomentan una comprensión más profunda y motivadora de la ciencia, reduciendo la visión abstracta o distante que frecuentemente dificulta la elección de estudios científicos (UNESCO, Science Education for Sustainable Development, 2019 ). Cuando el alumnado percibe que las ciencias están conectadas con los grandes retos contemporáneos —como la sostenibilidad, la innovación, la salud o la digitalización—, se incrementa significativamente su implicación y su sentido de propósito en el aprendizaje.

El papel del profesorado de ciencias como orientador también se manifiesta en su capacidad para generar un clima de aula que estimule la curiosidad, la indagación y la confianza en las propias capacidades. Tal como señala la OCDE (PISA 2022 Results, Volume II), el rendimiento en ciencias está estrechamente relacionado con la percepción de apoyo docente y con el nivel de autoeficacia científica del alumnado.

En otras palabras, la orientación vocacional no se produce solo a través de información explícita sobre carreras o profesiones, sino mediante experiencias educativas emocionalmente significativas, en las que el docente actúa como guía, modelo y referente de competencia. Este acompañamiento personal y académico contribuye a romper el mito de que las disciplinas científicas son inaccesibles o reservadas a una élite intelectual, y favorece que más estudiantes se identifiquen con posibles trayectorias profesionales vinculadas a la ciencia, la tecnología o la investigación.

La función orientadora del profesorado de ciencias se ve reforzada por su potencial de inspiración vocacional, es por ello que los docentes que comunican entusiasmo, sentido crítico y pasión por la ciencia logran impactar de forma duradera en las elecciones futuras de su alumnado. Numerosos estudios (FECYT, Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2022) subrayan que las vocaciones científicas se despiertan con mayor frecuencia en contextos donde los jóvenes tienen contacto con profesorado que transmite la ciencia como una forma de pensar, un modo de actuar y un compromiso con la mejora de la sociedad.

Es por ello por lo que, el profesor o profesora de ciencias no solo enseña contenidos, sino que transmite valores y actitudes propias del pensamiento científico: la curiosidad, la apertura a la evidencia, la perseverancia y la ética del conocimiento. Estas competencias, además de ser esenciales para la ciudadanía, constituyen un soporte imprescindible para la construcción de vocaciones sostenibles en el tiempo.

Por otra parte, el docente de ciencias puede ejercer una función orientadora explícita, promoviendo actividades de exploración profesional y acompañamiento

vocacional. En el Bachillerato, etapa decisiva para la elección de estudios universitarios, el profesorado de Física o Química tiene la posibilidad de integrar en su práctica estrategias de orientación vinculadas a los contenidos: analizar las aplicaciones reales de los principios físicos en la ingeniería o en la medicina, investigar el papel de la biotecnología en la sostenibilidad alimentaria o explorar los desarrollos matemáticos en inteligencia artificial y robótica. Estas aproximaciones no solo enriquecen la enseñanza, sino que ayudan al alumnado a visualizar horizontes profesionales concretos y a entender la ciencia como un instrumento transformador de la sociedad.

La orientación contextualizada es, por tanto, una de las claves del éxito educativo. El aprendizaje deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en una experiencia formativa integral, en la que los estudiantes relacionan lo aprendido con sus intereses y expectativas de futuro. La Unión Europea, a través del Cedefop y de la European Lifelong Guidance Policy Network (ELGPN), ha subrayado la importancia de que el profesorado, incluso fuera de los servicios específicos de orientación, desarrolle competencias básicas de orientación a lo largo de la vida.

Estas competencias incluyen la capacidad de ayudar al alumnado a conocerse, explorar opciones, tomar decisiones y planificar su futuro (Cedefop, *Handbook for the Development of Lifelong Guidance Systems and Policies*, 2020). El profesorado de ciencias, por su posición en el currículo y su contacto directo con las disciplinas STEM, se encuentra especialmente bien situado para desarrollar estas tareas orientadoras de manera transversal y sistemática.

Otro aspecto fundamental es la formación del profesorado en orientación vocacional y competencias socioemocionales. La LOMLOE (2020) refuerza el papel del docente como guía y acompañante en el proceso de aprendizaje, insistiendo en la necesidad de atender a la diversidad y ofrecer una educación personalizada. En este sentido, resulta prioritario que la formación inicial y continua del profesorado de ciencias incluya contenidos específicos de orientación profesional, desarrollo vocacional y metodologías motivacionales. La creación de redes de intercambio entre docentes, orientadores y profesionales del ámbito científico-técnico puede contribuir a enriquecer las prácticas orientadoras y a conectar la escuela con la universidad, los centros de investigación y el tejido productivo.

Además, el profesorado de ciencias tiene una responsabilidad social particular en la promoción de la equidad y la igualdad de género en la orientación científica. La persistente brecha de participación de las mujeres en estudios STEM exige que los docentes actúen conscientemente como modelos inclusivos y fomenten un clima de aula libre de estereotipos, en el que todas las personas se sientan capaces y legitimadas para dedicarse a la ciencia. La UNESCO (2017) y la Comisión Europea (2019) recomiendan incorporar referencias a científicas y tecnólogas, promover

experiencias colaborativas equitativas y visibilizar las aportaciones históricas de las mujeres en la investigación, con el fin de contrarrestar la autoselección temprana que limita las opciones de las alumnas.

En definitiva, puede afirmarse que el profesorado de ciencias en el Bachillerato posee el poder de transformar la orientación educativa en un proceso formativo integral, donde el conocimiento científico se conecta con la identidad personal, la vocación profesional y el compromiso social. Su tarea no se restringe al aula ni a la materia, sino que abarca la construcción de una cultura científica crítica, inclusiva y motivadora.

Cuando un docente logra que sus estudiantes comprendan la relevancia del conocimiento científico en la vida cotidiana, en la sostenibilidad del planeta o en el desarrollo tecnológico de la sociedad, está contribuyendo no solo a su formación académica, sino también a su orientación vital, ayudándoles a descubrir que la ciencia no es un conjunto de fórmulas, sino una herramienta para entender y transformar el mundo. Además, el profesorado puede desempeñar una función orientadora activa a través de diversas estrategias como veremos en el siguiente cuadro.

## **Enfoque Nº 2. Estrategias del profesorado para el desarrollo de la función orientadora en el Bachillerato científico**

El acceso a los estudios científicos continúa condicionado por un conjunto de barreras de diversa naturaleza que influyen en la autopercepción del alumnado, sus expectativas de éxito y la toma de decisiones académicas. Estas barreras pueden agruparse en siete tipologías principales: perceptivas, curriculares, socioeconómicas, informativas, de género, territoriales y relacionadas con la transición educativa.

En primer lugar, las barreras perceptivas o de autoconfianza se manifiestan en la creencia de que “la ciencia es solo para genios”, acompañada de ansiedad ante materias como matemáticas o física y una baja expectativa de logro. Para contrarrestar este tipo de obstáculos, se recomienda introducir secuencias de *éxitos tempranos* en Física, con actividades graduadas y prácticas guiadas que permitan la autocorrección de errores. El feedback formativo debe centrarse en el proceso más que en el resultado, ayudando a visibilizar los errores como parte natural del método científico. Entre los indicadores de mejora se encuentran el aumento de la autoconfianza declarada, la mayor participación en actividades STEM y la evolución positiva de las calificaciones.

Las barreras curriculares o pedagógicas se relacionan con la carga teórica excesiva, la falta de contextualización de los contenidos y la desmotivación del alumnado. Para mitigarlas, se proponen metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y retos STEM contextualizados. Asimismo, se

promueve la utilización regular del laboratorio, las simulaciones y el uso de sensores móviles para vincular los conceptos teóricos con problemas reales. La asistencia y participación en estas actividades, así como las rúbricas de desempeño competencial, actúan como indicadores de seguimiento del progreso.

En el ámbito socioeconómico y del capital cultural, el acceso desigual a la información y a las redes de apoyo constituye un factor limitante, especialmente en contextos con menores recursos. Las medidas orientadoras más efectivas incluyen la concesión de becas, ayudas informativas activas, visitas a campus y laboratorios, y experiencias prácticas que fomenten la movilidad. La participación del alumnado vulnerable y la continuidad en los itinerarios educativos se consideran indicadores clave del impacto de estas acciones.

Las barreras informativas o de orientación derivan del desconocimiento de las opciones de grado, las trayectorias académicas y las salidas profesionales, lo que lleva a decisiones tomadas por inercia familiar. Para afrontarlas, es necesario elaborar mapas visuales de estudios y profesiones STEM, ofrecer charlas con especialistas y realizar un seguimiento individualizado de los intereses y vocaciones del alumnado. La satisfacción de las familias y la asistencia a actividades informativas permiten evaluar la eficacia de estas intervenciones.

Por otra parte, las barreras de género y los estereotipos continúan siendo un obstáculo significativo en la elección de carreras científicas. La infrarrepresentación femenina, la falta de referentes y la asignación de roles segregados contribuyen a la persistencia de esta desigualdad. Para superarlas, se recomiendan programas de mentorización con referentes femeninos, el reparto equilibrado de roles en los equipos y la creación de clubes o actividades específicas para alumnas. El incremento de la participación femenina en iniciativas STEM y la mejora del clima de aula son indicadores de avance en este ámbito.

En contextos con limitaciones materiales, las barreras territoriales o de recursos se manifiestan en la escasez de laboratorios o programas de refuerzo. La creación de redes de colaboración con universidades, centros de investigación o laboratorios asociados, así como la participación en proyectos intercentros, contribuyen a compensar estas carencias. Los convenios activos y la producción de recursos o prototipos virtuales constituyen medidas de seguimiento.

Finalmente, las barreras vinculadas a la transición y toma de decisiones aparecen en el paso de la Educación Secundaria a la Universidad, donde la incertidumbre y la procrastinación pueden dificultar la elección. Para facilitar este proceso, se propone el diseño de itinerarios guiados con hitos temporales, talleres de autoconocimiento y simulaciones de escenarios de decisión. El cumplimiento

de los hitos establecidos y la finalización del portafolio de elección son indicadores del grado de orientación alcanzado.

En conjunto, este análisis pone de relieve que la reducción de las barreras hacia los estudios científicos requiere una acción educativa coordinada, sostenida y basada en la observación sistemática del progreso del alumnado. Las estrategias orientadoras deben abordar tanto los aspectos cognitivos como los emocionales y contextuales, integrando la orientación vocacional en el proceso de enseñanza de las ciencias.

### **Conclusión del capítulo 1**

La orientación vocacional en el Bachillerato, y especialmente en el ámbito científico, debe concebirse como una tarea compartida entre docentes, orientadores, familias y centros educativos. Comprender sus fundamentos, desafíos y condicionantes sociales es el primer paso para desarrollar estrategias efectivas que permitan a los estudiantes elegir su futuro con conocimiento, libertad y confianza. La Física, por su carácter formativo y transversal, ofrece un terreno fértil para construir ese puente entre el aprendizaje y la vocación.



## CAPÍTULO 2. LA FÍSICA COMO EJE VERTEBRADOR DE LA CULTURA CIENTÍFICA

Como cuestión preliminar, la cultura científica en la enseñanza del Bachillerato puede definirse como el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permiten a los estudiantes comprender, interpretar y participar críticamente en el mundo desde una perspectiva informada por la ciencia. No se trata solo de dominar conceptos o fórmulas, sino de incorporar el pensamiento científico como una forma de razonamiento, de acción y de ciudadanía.

Desde el punto de vista educativo, la cultura científica cumple tres funciones fundamentales:

- a) Cognitiva o conceptual: implica la comprensión de las ideas y teorías básicas de las ciencias (energía, materia, evolución, sistema, equilibrio, probabilidad, etc.), así como la capacidad de aplicarlas a fenómenos reales. Esta dimensión busca que el estudiante reconozca los principios que explican el funcionamiento del mundo natural y tecnológico.
- b) Procedimental o metodológica: se refiere al dominio del método científico y de las prácticas de indagación: formular preguntas, elaborar hipótesis, diseñar experimentos, analizar datos y comunicar resultados. La cultura científica implica aprender a pensar y actuar como un científico, aunque en contextos educativos.
- c) Actitudinal y axiológica: comprende valores y actitudes asociados al pensamiento científico, curiosidad, escepticismo, rigor, apertura al cambio, honestidad intelectual, cooperación y responsabilidad ética. Esta dimensión conecta la ciencia con la formación ciudadana y moral, fomentando decisiones personales y colectivas informadas,

especialmente ante cuestiones como la sostenibilidad, la salud o la tecnología digital.

En el Bachillerato, promover la cultura científica significa educar para la comprensión del mundo contemporáneo y para la participación democrática en sociedades basadas en la información y la innovación. Según la UNESCO, el objetivo no es formar futuros científicos exclusivamente, sino ciudadanos científicamente alfabetizados, capaces de interpretar críticamente la información científica, distinguir entre evidencia y opinión, y valorar el papel de la ciencia en la resolución de los grandes desafíos globales.

El desarrollo de la cultura científica en esta etapa requiere, por tanto, metodologías activas (aprendizaje basado en proyectos, experimentación, debate de dilemas socio-científicos) y una enseñanza contextualizada que vincule los contenidos con la vida cotidiana, la sostenibilidad y la ética del conocimiento. De este modo, el Bachillerato se convierte en un espacio privilegiado para despertar vocaciones científicas, pero también para formar ciudadanos responsables, críticos y comprometidos con el futuro de la humanidad. La Física, más allá de ser una asignatura del currículo, constituye un lenguaje universal del pensamiento científico. Su estudio no solo permite comprender las leyes que rigen el universo, sino que enseña a razonar, a formular hipótesis, a analizar datos y a pensar con rigor. En este sentido, la Física se presenta como una disciplina clave para el desarrollo de la cultura científica en el alumnado del Bachillerato, al integrar la observación empírica, la formulación teórica y la aplicación tecnológica.

En este capítulo se aborda el papel de la Física en la formación científica y ciudadana del alumnado, su contribución al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, y su función como puente entre distintas ramas del conocimiento. Asimismo, se reflexiona sobre cómo su enseñanza puede constituirse en un instrumento de orientación vocacional, ayudando al estudiante a descubrir su afinidad con las profesiones científicas y tecnológicas.

## **Introducción**

En el marco normativo vigente, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), refuerza la idea de que la educación científica debe promover el pensamiento crítico, la comprensión de la realidad y el aprendizaje competencial. La enseñanza de la Física, en este contexto, ocupa un papel estratégico en el currículo del Bachillerato, especialmente en la modalidad de Ciencias y Tecnología, al contribuir al desarrollo de competencias esenciales como la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), la competencia digital y la competencia personal, social y de aprender a aprender. La LOMLOE consolida un modelo educativo orientado a la formación integral del alumnado, en el que el



aprendizaje de las ciencias no se concibe como mera transmisión de contenidos, sino como una vía para comprender el mundo, tomar decisiones informadas y participar activamente en la sociedad del conocimiento.

El desarrollo curricular de la materia se concreta en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Este texto legal define las competencias específicas, los criterios de evaluación y los saberes básicos de cada materia, configurando un marco coherente con el Perfil de salida del alumnado y con la Recomendación del Consejo de la Unión Europea (2018) sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. De acuerdo con esta normativa, la Física en el Bachillerato debe fomentar la adquisición integrada de conocimientos, destrezas y actitudes que permitan al alumnado desenvolverse en contextos académicos, profesionales y sociales de creciente complejidad.

La enseñanza de la Física no se limita a la adquisición de conceptos teóricos, como las leyes del movimiento, las fuerzas, la energía, las ondas, la electricidad o el magnetismo, sino que promueve un modo de pensar estructurado y racional que se traduce en habilidades transferibles a cualquier ámbito profesional: el análisis sistemático de los problemas, la formulación de modelos explicativos, la interpretación de evidencias y la toma de decisiones basadas en datos. Esta forma de racionalidad empírica y cuantitativa constituye un entrenamiento intelectual que prepara al alumnado no solo para estudios superiores en ciencias o ingeniería, sino para afrontar con éxito los desafíos del conocimiento contemporáneo. La comprensión de los fenómenos naturales, la capacidad de estimar magnitudes, de interpretar gráficas o de realizar experimentos de verificación constituyen aprendizajes fundamentales para el desarrollo del razonamiento científico y del pensamiento lógico.

La dimensión epistemológica y cultural de la Física aporta un valor añadido que trasciende su vertiente técnica o instrumental. A través de su estudio, el alumnado aprende no solo qué leyes rigen la naturaleza, sino también cómo se construye el conocimiento científico, cuáles son sus límites y de qué modo se revisan las teorías a la luz de nuevas evidencias. La Física ofrece una visión humanista del conocimiento, situando al ser humano en el universo y permitiendo reflexionar sobre la naturaleza de la materia, del espacio, del tiempo y de la energía. Desde este punto de vista, la Física no debe enseñarse únicamente como un conjunto de fórmulas o leyes, sino como una forma de contemplar y comprender la realidad, de valorar el papel del conocimiento en la evolución cultural y de desarrollar una conciencia crítica sobre el impacto social, tecnológico y ambiental de los avances científicos.

En coherencia con el enfoque competencial de la LOMLOE, la enseñanza de la Física en el Bachillerato se articula en torno a tres pilares fundamentales:

las competencias específicas, los criterios de evaluación y los saberes básicos. Las competencias específicas describen lo que el alumnado debe ser capaz de hacer con lo que aprende; los criterios de evaluación determinan el grado de dominio de esas competencias mediante desempeños observables; y los saberes básicos recogen los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarios para lograrlas. Este modelo curricular favorece la integración de conocimientos y destrezas, y promueve una evaluación equilibrada, orientada al logro de los objetivos generales del Bachillerato y de las competencias clave del sistema educativo.

La enseñanza competencial de la Física implica una profunda transformación metodológica. Las metodologías activas, como la indagación guiada, el aprendizaje basado en proyectos o las situaciones de aprendizaje, constituyen estrategias privilegiadas para conectar los contenidos de la Física con la realidad del alumnado. El trabajo experimental y la investigación escolar permiten formular hipótesis, diseñar experimentos, recoger y analizar datos y construir modelos explicativos. La modelización matemática de los fenómenos, el análisis de la incertidumbre y el tratamiento de errores sistemáticos fomentan el rigor y la comprensión profunda de los conceptos. El trabajo cooperativo y la divulgación científica, mediante la elaboración de informes, pósteres o presentaciones, contribuyen al desarrollo de competencias sociales y comunicativas, al tiempo que refuerzan la motivación y la autonomía del estudiante.

La competencia digital y el pensamiento computacional desempeñan un papel esencial en la enseñanza moderna de la Física, ello sumergido en el uso de simuladores, hojas de cálculo, sensores, software de análisis de datos o entornos de programación visual permite al alumnado construir y validar modelos, visualizar fenómenos complejos y explorar de manera autónoma las relaciones entre variables. Estas herramientas facilitan la integración de la Física con la tecnología y la informática, y refuerzan el enfoque STEM que caracteriza al currículo actual.

El proceso de evaluación debe ser coherente con el enfoque competencial que promueve la LOMLOE. La evaluación auténtica se basa en la observación de desempeños en contextos reales o simulados, mediante rúbricas, portafolios, cuadernos de laboratorio, informes, exposiciones y pruebas de razonamiento. Se valora no solo el conocimiento conceptual, sino la capacidad de aplicar ese conocimiento para resolver problemas, interpretar evidencias, argumentar conclusiones y comunicar resultados. La evaluación formativa, continua y reguladora, permite al alumnado reflexionar sobre su propio aprendizaje y mejorar progresivamente sus estrategias de trabajo.

La Física, además, debe impartirse desde una perspectiva inclusiva y accesible, que garantice la igualdad de oportunidades y la atención a la diversidad. Ello implica adaptar los recursos didácticos, utilizar apoyos visuales, facilitar la

comprensión de los conceptos mediante ejemplos y experimentos contextualizados, y graduar la dificultad de las tareas. El Real Decreto 243/2022 prevé medidas de flexibilización para los itinerarios de Bachillerato y adaptaciones específicas para atender las distintas capacidades y ritmos de aprendizaje, consolidando la equidad como principio estructural del sistema educativo.

Por otra parte, la ética de la ciencia y la educación para la sostenibilidad constituyen dimensiones ineludibles del currículo de Física. La alfabetización científica debe preparar al alumnado para comprender y valorar críticamente fenómenos y problemas de alcance global como la transición energética, el cambio climático, el uso de materiales y tecnologías sostenibles o la gestión responsable de la incertidumbre en la toma de decisiones públicas. La enseñanza de la Física, al promover la comprensión de la evidencia empírica y la detección de pseudociencia, contribuye a formar una ciudadanía informada, capaz de participar activamente en los debates sociales y científicos contemporáneos.

En el plano didáctico, las situaciones de aprendizaje permiten traducir las competencias del currículo en experiencias educativas concretas. Por ejemplo, proyectos como Energía en tu barrio, centrado en el análisis del consumo eléctrico doméstico y la eficiencia energética; Caídas, choques y seguridad vial, dedicado al estudio de la dinámica y la energía en contextos reales; o Sonido, ondas y convivencia, orientado a investigar la contaminación acústica y proponer soluciones, constituyen ejemplos de buenas prácticas que integran el trabajo experimental, el razonamiento científico, la comunicación y la reflexión ética. Estas experiencias facilitan el aprendizaje significativo y permiten que el alumnado perciba la Física como un saber útil, interdisciplinar y conectado con su entorno.

Finalmente, la enseñanza de la Física exige coherencia y coordinación docente, tanto vertical (entre primero y segundo de Bachillerato) como horizontal (con otras materias del ámbito científico y tecnológico). La programación puede estructurarse en proyectos troncales y microindagaciones, complementados con sesiones dedicadas al método científico, la modelización y la comunicación de resultados. La evaluación colegiada mediante instrumentos comunes, rúbricas, diarios de laboratorio o informes compartidos, y el análisis de los resultados de aprendizaje permiten retroalimentar la práctica docente e impulsar la mejora continua del proceso educativo.

Es por ello por lo que, la Física en el Bachillerato, conforme a la LOMLOE y al Real Decreto 243/2022, debe concebirse como una disciplina integradora que combina el rigor conceptual, la experimentación, la reflexión ética y la cultura científica. Su enseñanza no solo transmite conocimientos sobre las leyes del universo, sino que enseña a pensar científicamente, a comprender la complejidad del mundo y a actuar de forma responsable ante los retos del siglo XXI. En este

equilibrio entre conocimiento, método y valores reside la verdadera función formativa de la Física: enseñar a contemplar, comprender y transformar la realidad desde la razón, la evidencia y la creatividad.

## **1. Competencias científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de la Física**

En el contexto educativo actual, marcado por la implantación de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), la enseñanza de la Física en el Bachillerato adquiere una relevancia estratégica en la formación integral del alumnado. Dicha norma establece un modelo educativo basado en el aprendizaje competencial, orientado al desarrollo de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales que permitan al estudiante comprender la realidad desde una perspectiva racional, crítica y ética. En este marco, la Física constituye una de las disciplinas que mejor sintetiza la relación entre conocimiento científico, método de indagación y responsabilidad social, ofreciendo una formación de alto valor intelectual y cultural.

Uno de los principales aportes de la Física a la educación contemporánea es el desarrollo del pensamiento crítico y analítico, entendido como la capacidad para cuestionar, contrastar, razonar y argumentar de forma lógica ante fenómenos o problemas. La enseñanza de la Física enseña a pensar científicamente, a distinguir entre creencias y evidencias, entre correlaciones y causalidades, entre opiniones y argumentos sustentados en datos verificables. De este modo, la materia proporciona un entrenamiento riguroso en el análisis sistemático de la realidad, en la identificación de variables relevantes, en la formulación de hipótesis explicativas y en la interpretación de resultados. Tales destrezas constituyen la base de un pensamiento autónomo y reflexivo, esencial no solo para el ámbito científico, sino también para la toma de decisiones en la vida cotidiana y en la participación democrática.

El aprendizaje de la Física impulsa de manera directa la alfabetización científica, concepto que, más allá del conocimiento de leyes y teorías, implica la comprensión funcional de los principios que rigen el mundo natural y tecnológico, así como la capacidad de aplicar ese conocimiento para interpretar información, tomar decisiones fundamentadas y comunicar razonamientos de forma clara y precisa. La alfabetización científica, en este sentido, supone dotar al alumnado de instrumentos intelectuales para comprender fenómenos complejos, como el cambio climático, la transición energética o las tecnologías emergentes, y para valorar críticamente la información científica que circula en los medios de comunicación y en el debate público.

La Física, al exigir la interpretación de datos, la comprensión de gráficas, el análisis de errores de medida o la valoración de la fiabilidad de las fuentes, desarrolla competencias de lectura crítica y de evaluación de la evidencia empírica que son aplicables a cualquier campo del saber. La capacidad de estimar órdenes de magnitud, de distinguir entre precisión y exactitud, o de detectar errores sistemáticos constituye un entrenamiento epistemológico que forma parte de la cultura científica del ciudadano contemporáneo. Así, la Física contribuye a que el alumnado aprenda a pensar con datos, a reconocer la provisionalidad del conocimiento y a comprender que toda afirmación científica se sostiene sobre modelos, hipótesis y márgenes de incertidumbre.

Esta alfabetización no se dirige exclusivamente a quienes opten por carreras científicas o tecnológicas. Su finalidad trasciende el ámbito profesional: se orienta a la formación de ciudadanos informados y críticos, capaces de interpretar los desafíos de un mundo interdependiente y tecnológicamente complejo. En una sociedad donde la información científica influye en decisiones políticas, sanitarias, económicas y ambientales, la competencia para comprender y valorar argumentos científicos se convierte en una condición necesaria para la participación responsable y la defensa de los valores democráticos. En este sentido, la enseñanza de la Física no solo transmite conocimientos técnicos, sino que también forma en ciudadanía científica, fortaleciendo la capacidad de diálogo racional, la evaluación de pruebas y la deliberación pública basada en evidencias.

Asimismo, la Física fomenta el pensamiento hipotético-deductivo, fundamento del método científico moderno. El alumnado aprende que el conocimiento no es dogmático ni cerrado, sino provisional, contrastable y perfectible. A través de la observación de los fenómenos, la formulación de hipótesis, la experimentación controlada y el análisis de resultados, el estudiante interioriza que el error forma parte constitutiva del proceso de aprendizaje y del avance de la ciencia. La gestión del error —su detección, cuantificación y análisis— se convierte en una experiencia intelectual valiosa, pues enseña a valorar la incertidumbre, a interpretar las limitaciones de los modelos y a reconocer los condicionamientos de los instrumentos y de las propias perspectivas de observación. En consecuencia, la enseñanza de la Física promueve una cultura del rigor y la honestidad intelectual que es aplicable tanto en el ámbito académico como en la vida social y profesional.

El desarrollo del pensamiento crítico en la Física debe complementarse con el razonamiento ético y reflexivo, especialmente en relación con los desafíos contemporáneos del progreso científico y tecnológico. Las cuestiones relativas a la sostenibilidad energética, el cambio climático, la inteligencia artificial, la robótica, la biotecnología o la nanotecnología exigen formar una conciencia moral en torno al uso responsable del conocimiento y de la innovación. La Física, en

tanto que ciencia que estudia las leyes fundamentales de la naturaleza, ofrece un marco idóneo para plantear dilemas éticos vinculados al impacto ambiental de la actividad humana, al desarrollo sostenible y al equilibrio entre progreso y justicia social. De esta manera, la enseñanza de la Física se convierte en una herramienta de educación ética y ciudadana, en la medida en que fomenta la responsabilidad, el compromiso con el bien común y la toma de decisiones informadas en contextos complejos e inciertos.

En el aula, estas finalidades se concretan en prácticas pedagógicas activas y situadas, en las que el alumnado asume un papel protagonista en la construcción del conocimiento. El enfoque competencial promovido por la LOMLOE invita a desarrollar situaciones de aprendizaje que integren la observación, la experimentación y la reflexión crítica. Ejemplos de ello pueden ser proyectos sobre la eficiencia energética en el entorno doméstico, el análisis de la seguridad vial mediante el estudio del movimiento y la energía, o el diagnóstico de la contaminación acústica en la comunidad educativa. En estas experiencias, los estudiantes formulan hipótesis, recogen datos, los analizan estadísticamente, estiman incertidumbres, contrastan resultados con modelos teóricos y comunican sus conclusiones en informes técnicos o presentaciones divulgativas. Estas actividades fomentan la cooperación, la argumentación científica, la expresión oral y escrita, y la transferencia del conocimiento a contextos reales.

La evaluación de estos aprendizajes debe ser coherente con el enfoque competencial y formativo establecido por la normativa vigente. Los criterios de evaluación definidos en el Real Decreto 243/2022 se orientan a valorar desempeños integrados en los que se combinan conocimientos, destrezas y actitudes. La evaluación auténtica, basada en la observación de tareas reales o simuladas, como la resolución de problemas experimentales, la elaboración de informes o la interpretación de datos, permite medir no solo el dominio conceptual, sino también la capacidad para aplicar el conocimiento en situaciones nuevas, la creatividad en la resolución de problemas y la solidez del razonamiento lógico. La retroalimentación continua, la autoevaluación y la coevaluación son herramientas esenciales para el desarrollo de la autonomía y la conciencia metacognitiva del alumnado, favoreciendo un aprendizaje reflexivo y permanente.

No menos importante es la incorporación de la competencia digital y del pensamiento computacional en la enseñanza de la Física. El uso de tecnologías digitales —simuladores, sensores, software de análisis de datos, hojas de cálculo o lenguajes de programación— permite al alumnado construir modelos, visualizar fenómenos complejos y comprender las relaciones entre variables. Estas herramientas no solo amplían las posibilidades didácticas de la materia, sino que

refuerzan la integración de la Física en el ámbito STEM, potenciando el aprendizaje interdisciplinar y la conexión con los problemas reales del siglo XXI.

En última instancia, la enseñanza de la Física debe concebirse como una formación cultural y ética, además de científica. Comprender las leyes que rigen el universo, las interacciones que sustentan la materia o los procesos que explican el movimiento y la energía equivale a adquirir una perspectiva sobre el lugar del ser humano en el cosmos y sobre su responsabilidad en el uso del conocimiento. La Física enseña que toda comprensión del mundo es parcial y revisable, y que el progreso científico se sustenta en el diálogo, la evidencia y la crítica. Por ello, educar en Física significa educar en racionalidad, humildad epistemológica y responsabilidad moral.

## **2. La Física como disciplina integradora de las ciencias naturales y tecnológicas**

La Física constituye una de las expresiones más elevadas del pensamiento humano y una de las columnas vertebrales de todo el conocimiento científico. Desde sus orígenes, esta disciplina ha buscado comprender las leyes fundamentales que rigen la naturaleza, desentrañando los mecanismos que gobiernan el comportamiento de la materia, la energía, el espacio y el tiempo. Su objetivo último es ofrecer una descripción coherente, predictiva y unificadora de los fenómenos del universo, desde la estructura atómica hasta las dimensiones cósmicas.

A diferencia de otras ciencias que se concentran en ámbitos específicos de la realidad, la Física se caracteriza por su vocación de totalidad, pues sus principios y métodos atraviesan transversalmente todas las ramas del saber natural y tecnológico. En este sentido, puede afirmarse que la Física constituye el lenguaje común de las ciencias, el punto de encuentro donde convergen la observación, la teoría y la aplicación técnica. Su lenguaje matemático, preciso y universal, permite expresar las leyes naturales con una exactitud que trasciende las barreras culturales y lingüísticas, haciendo posible que los descubrimientos científicos se comuniquen y contrasten en cualquier parte del mundo. Esta capacidad de formulación rigurosa y de verificación empírica ha hecho de la Física la base teórica sobre la que se han edificado disciplinas como la Química, la Biología, la Geología o la Astronomía, y también la fuente de inspiración y fundamento de las ingenierías y de la tecnología moderna.

La Física explica los procesos energéticos que subyacen a la materia y a la vida, de modo que sus principios se encuentran presentes en todas las demás ciencias. La termodinámica, por ejemplo, no solo describe la transferencia de calor o la eficiencia de las máquinas, sino que resulta esencial para entender los procesos químicos y biológicos que mantienen la vida, desde el metabolismo celular hasta

el equilibrio térmico de los ecosistemas. De igual manera, la mecánica clásica constituye el pilar sobre el que se sostiene el diseño de estructuras, vehículos, máquinas y sistemas de transporte, mientras que la óptica y el electromagnetismo han dado lugar a desarrollos tecnológicos que transformaron la civilización: desde la electricidad y las telecomunicaciones hasta la medicina moderna o la exploración espacial. La Física cuántica, por su parte, abrió el camino a la revolución informática y a la microelectrónica, sentando las bases de la sociedad digital contemporánea. Así, cada avance físico genera a su vez una expansión en el resto del conocimiento científico, propiciando una red de interdependencias que demuestra su carácter integrador y fecundo.

Pero la Física no solo es un conjunto de teorías o fórmulas; es, ante todo, una forma de pensar. Su método combina la observación rigurosa con la experimentación controlada, la abstracción teórica con la verificación empírica.

Este equilibrio entre razón y experiencia ha convertido a esta rama de las ciencias en un modelo de racionalidad científica, que sirve de referencia tanto en las ciencias naturales como en las ingenierías. Su modo de proceder enseña a formular hipótesis, diseñar experimentos, analizar datos, construir modelos y, sobre todo, a dudar críticamente de toda afirmación que no haya sido contrastada. Desde esta perspectiva, la Física no solo transmite conocimientos, sino que forma una manera de comprender el mundo basada en la evidencia, la coherencia lógica y la creatividad intelectual.

En el ámbito educativo, esta naturaleza integradora y formativa confiere al estudio de las ciencias físicas un valor pedagógico singular. Su estudio no se limita al aprendizaje de leyes o a la resolución de problemas abstractos, sino que contribuye a desarrollar capacidades cognitivas de alto nivel: el razonamiento matemático, la comprensión de relaciones causa-efecto, la visión sistémica de los fenómenos y la capacidad para modelizar situaciones complejas. Además, posee un extraordinario potencial de orientación vocacional, pues a través de ella el alumnado puede descubrir su afinidad con múltiples campos del conocimiento y de la actividad profesional.

Quien se adentra en los principios de la mecánica puede sentir atracción por la ingeniería civil, industrial o aeroespacial; quien se interesa por la óptica y la electricidad puede dirigirse hacia la medicina o la electrónica; quien se maravilla ante la física nuclear o la cuántica puede orientarse a la informática, la biotecnología o la investigación energética. En todos los casos, el aprendizaje de la Física actúa como un punto de partida hacia la comprensión del mundo técnico y natural que nos rodea.



Sin embargo, para que la enseñanza de esta disciplina cumpla verdaderamente esta función integradora y formativa, es necesario que se libere de la rigidez del cálculo mecánico o de la memorización de fórmulas sin contexto. Esta ciencia debe presentarse al alumnado como un saber vivo, vinculado a la realidad cotidiana y a los desafíos de la sociedad contemporánea. Los fenómenos que estudia no están confinados a los laboratorios, sino que se manifiestan en la vida diaria: en el movimiento de los vehículos, en el funcionamiento de los electrodomésticos, en la propagación del sonido, en la transmisión de la luz, en la producción de energía o en el comportamiento del clima. Mostrar esta conexión entre los conceptos físicos y la experiencia cotidiana permite despertar la curiosidad, fomentar la comprensión y promover una actitud reflexiva y crítica ante el entorno.

La enseñanza moderna de la Física debe incorporar metodologías activas que involucren al estudiante en la construcción del conocimiento. La experimentación directa en el laboratorio sigue siendo una herramienta insustituible, ya que permite observar de manera tangible las leyes que gobiernan los fenómenos naturales y contrastar la teoría con la práctica. Junto a ello, el uso de simulaciones digitales y entornos virtuales de aprendizaje facilita la visualización de sistemas complejos y la exploración de situaciones imposibles de reproducir físicamente, como los procesos subatómicos o los movimientos celestes. Además, la resolución de problemas abiertos, los proyectos interdisciplinarios y el enfoque STEAM —que integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas— refuerzan el carácter creativo y aplicado de la Física, acercándola a los intereses y aspiraciones del alumnado.

En un mundo marcado por la interdependencia entre ciencia, tecnología y sociedad, la Física desempeña un papel decisivo para formar ciudadanos capaces de comprender los fundamentos técnicos de la civilización contemporánea y de participar responsablemente en su desarrollo. No se trata solo de dominar una disciplina científica, sino de adquirir una cultura científica que permita interpretar los grandes retos de nuestro tiempo: la transición energética, la sostenibilidad medioambiental, la inteligencia artificial, las comunicaciones globales o la exploración espacial. La Física ofrece las herramientas conceptuales necesarias para analizar estos desafíos desde una perspectiva racional y ética, reconociendo al mismo tiempo la limitación del conocimiento y la responsabilidad que implica su aplicación.

Por todo ello, la Física puede considerarse el hilo conductor que une las ciencias naturales con las tecnológicas, una disciplina integradora que no solo explica el universo, sino que enseña a pensar, a razonar y a actuar con rigor y curiosidad. Su enseñanza, cuando se orienta hacia la comprensión profunda y el descubrimiento, deja de ser una mera materia escolar para convertirse en una auténtica educación del pensamiento científico. En ella se entrelazan la lógica, la

creatividad, la observación y la emoción del asombro ante la naturaleza. La Física no es únicamente una ciencia de números y ecuaciones: es una forma de mirar el mundo con inteligencia y admiración, un puente entre la teoría y la realidad, entre el saber y el hacer, entre el conocimiento y la vida misma.

### **3. Contribución de la Física al desarrollo del razonamiento lógico y la creatividad**

A menudo se asocia la Física con la lógica y la precisión, pero en realidad es también una de las disciplinas más creativas y conceptualmente audaces. La formulación de teorías físicas, desde la mecánica cuántica hasta la relatividad o la cosmología, ha exigido imaginar escenarios más allá de la experiencia cotidiana, lo que demuestra que la creatividad científica es inseparable del razonamiento riguroso.

En el ámbito educativo, la Física contribuye de manera decisiva al desarrollo de procesos cognitivos superiores, como la abstracción, la modelización y la resolución de problemas complejos. Estas habilidades constituyen el núcleo del pensamiento científico, pero también son esenciales en la vida personal y profesional de cualquier ciudadano.

Por otra parte, la enseñanza de la Física puede estimular la creatividad tecnológica, entendida como la capacidad de aplicar conocimientos científicos para diseñar soluciones innovadoras. El aprendizaje basado en proyectos (ABP), la robótica educativa o la experimentación con dispositivos de bajo coste son metodologías que fomentan tanto la comprensión conceptual como la invención práctica.

El razonamiento lógico y la creatividad no son polos opuestos, sino dos dimensiones complementarias del pensamiento científico. La primera aporta estructura y coherencia; la segunda, imaginación y capacidad de innovación. Enseñar Física desde esta perspectiva integradora permite cultivar una mentalidad abierta, crítica y constructiva que prepara al alumnado para afrontar los retos del siglo XXI.

Y es que, el estudio del mundo natural, desde los movimientos más simples hasta los fenómenos más complejos del universo, constituye una de las aventuras intelectuales más desafiantes y estimulantes de la humanidad. Comprender cómo funciona la realidad exige razonar con precisión, pero también imaginar con audacia. Las leyes que describen el comportamiento de la materia y la energía no surgieron de una mera acumulación de datos, sino del impulso creativo de quienes fueron capaces de pensar más allá de lo evidente. Cada descubrimiento científico encierra, en el fondo, una síntesis de lógica y de imaginación: la mente que analiza

y la mente que sueña se dan la mano para construir un conocimiento que ilumina y transforma el mundo.

Cuando el ser humano intenta explicar el movimiento de los planetas, la estructura del átomo o la naturaleza de la luz, no se limita a observar; inventa modelos, formula hipótesis, crea metáforas y utiliza el lenguaje matemático para expresar aquello que la experiencia directa no alcanza a mostrar. En este sentido, el pensamiento científico requiere tanto rigor como creatividad. Las grandes teorías que han cambiado la historia del conocimiento no nacieron de la repetición, sino de la capacidad para imaginar realidades alternativas y después someterlas a la disciplina de la razón. Richard Feynman subrayaba que el acto de descubrir es una de las experiencias más placenteras del pensamiento humano, porque une el juego de la imaginación con la precisión de la prueba empírica. La mente que concibe una ecuación, una ley universal o un experimento decisivo combina la claridad del razonamiento lógico con la intuición de lo posible.

El desarrollo del razonamiento analítico se apoya en una serie de operaciones mentales que el aprendizaje de las ciencias potencia de manera natural: observar con atención, abstraer lo esencial, establecer relaciones entre variables, deducir consecuencias y verificar resultados. Este proceso entrena la capacidad de análisis, la claridad mental y la coherencia argumentativa. Pero no se trata solo de aplicar reglas formales; también implica comprender los fenómenos en su totalidad, buscar patrones ocultos y encontrar nuevas formas de representar la realidad. JORGE WAGENSBERG sostenía que la curiosidad y la creatividad son motores inseparables de la comprensión científica, pues conocer significa transformar la sorpresa en conocimiento. Es en ese punto donde surge la creatividad científica, entendida no como fantasía sin límites, sino como la capacidad de combinar intuición y método para generar conocimiento nuevo.

Desde la perspectiva educativa, este tipo de aprendizaje resulta especialmente formativo porque impulsa el desarrollo de los procesos cognitivos superiores. El alumnado aprende a manejar conceptos abstractos, a construir modelos que simplifican la realidad y a resolver problemas que requieren varios pasos de razonamiento. Cada ejercicio, cada experimento, cada proyecto estimula la capacidad de pensar de manera ordenada y al mismo tiempo flexible, pues la comprensión profunda de un fenómeno nunca se agota en un único enfoque. Por su parte, ARNOLD ARONS defendía que la enseñanza de las ciencias debía centrarse en la comprensión conceptual y en el razonamiento, no en la memorización mecánica. Esta forma de aprendizaje enseña a buscar soluciones desde distintos puntos de vista, a dudar de los resultados inmediatos y a sostener el juicio propio con argumentos bien fundamentados.

El trabajo experimental y la aplicación práctica de los conocimientos favorecen la imaginación constructiva. Medir, calcular, observar, pero también diseñar, construir y poner a prueba un dispositivo o una simulación, obliga a transformar la idea en acción. La invención tecnológica nace justamente de esa interacción entre pensamiento lógico y creatividad aplicada.

Es reseñable que DAVID HESTENES y sus colaboradores desarrollasen el enfoque conocido como Modeling Instruction, basado en que el aprendizaje más profundo ocurre cuando el alumnado construye y valida sus propios modelos mentales de los fenómenos naturales. Cuando un estudiante diseña un experimento o ajusta un modelo, no está repitiendo un procedimiento mecánico: está proyectando su pensamiento en el espacio físico, haciendo tangible una hipótesis.

Las metodologías activas de enseñanza, como el aprendizaje basado en proyectos o la instrucción entre pares, potencian este equilibrio entre razonamiento y creatividad. Es reseñable que fuera ERIC MAZUR quien propusiese la Peer Instruction como estrategia para romper la pasividad del aula y promover el diálogo conceptual entre estudiantes, con el fin de fortalecer la comprensión profunda y el pensamiento crítico.

A través de estos enfoques, los conceptos dejan de ser ideas abstractas y se convierten en herramientas para comprender y transformar el entorno. El estudiante aprende a formular preguntas, a investigar, a equivocarse y a encontrar alternativas. Cada error se transforma en un paso más hacia la comprensión, y cada descubrimiento, por pequeño que sea, refuerza la confianza en el propio pensamiento.

Este equilibrio entre lógica y creatividad ha sido objeto de atención también en la investigación universitaria sobre enseñanza de las ciencias. Por su parte, CARL WIEMAN ha mostrado que el aprendizaje activo y las metodologías de indagación favorecen tanto la retención conceptual como la capacidad para razonar y aplicar el conocimiento en contextos nuevos. Estas estrategias permiten formar mentes que no solo dominan conceptos, sino que los usan con sentido crítico y creatividad.

Esta formación intelectual tiene además un valor que va más allá del campo científico. El razonamiento lógico cultivado en el estudio de la naturaleza contribuye a estructurar la mente, a organizar las ideas y a fundamentar el juicio crítico. La creatividad, por su parte, amplía los horizontes del pensamiento, permite enfrentarse a lo desconocido y encontrar soluciones innovadoras en cualquier ámbito de la vida.

Ambas dimensiones no son opuestas, sino complementarias: la lógica aporta coherencia y orden; la creatividad, apertura y renovación. Solo cuando se integran

se alcanza una comprensión profunda de la realidad y una auténtica capacidad de transformación.

En la sociedad actual, caracterizada por el cambio acelerado y la complejidad tecnológica, esta síntesis resulta más necesaria que nunca. Los desafíos globales, la sostenibilidad, la transición energética, la digitalización o la inteligencia artificial, exigen mentes formadas para razonar con precisión, pero también capaces de imaginar lo que aún no existe. La educación científica, entendida como una formación del pensamiento y no solo como una transmisión de contenidos, prepara a las nuevas generaciones para afrontar estos retos con inteligencia, creatividad y sentido ético.

Por todo ello, el estudio de las leyes que rigen la naturaleza se convierte en una auténtica escuela del pensamiento integral. Enseña a pensar con claridad, a deducir con rigor y a crear con libertad. Forma ciudadanos capaces de analizar y de inventar, de comprender y de transformar. En su ejercicio se aprende a unir la lógica con la imaginación, la precisión con la belleza, la razón con el asombro. Esa es, quizá, la mayor contribución de la ciencia a la formación humana: la de enseñar a pensar sin fronteras, a imaginar con método y a comprender que toda explicación del mundo es, al mismo tiempo, una forma de poesía racional.

## **Conclusión del capítulo 2**

La Física es mucho más que una asignatura del Bachillerato: es una forma de comprender el mundo y de formar ciudadanos críticos, capaces de analizar, crear y decidir con fundamento. Su estudio potencia competencias cognitivas, éticas y vocacionales que resultan esenciales en una sociedad científica y tecnológica. Es por ello por lo que, la Física se erige como un eje vertebrador de la cultura científica y como una herramienta privilegiada de orientación vocacional, capaz de conectar el conocimiento escolar con los intereses, talentos y aspiraciones del alumnado.

Integrar esta visión en la práctica docente implica convertir el aula en un espacio de indagación donde los problemas reales actúen como motores del aprendizaje: proyectos sobre energía y sostenibilidad, instrumentación y sensórica, análisis de datos y modelización de fenómenos cotidianos. Supone, además, articular la Física con otras disciplinas como las matemáticas, tecnología, biología, humanidades digitales y para que el estudiante experimente la ciencia como un lenguaje común que abre puertas a múltiples trayectorias profesionales.

Esta orientación se refuerza cuando el currículo incorpora experiencias auténticas: visitas a laboratorios universitarios, estancias breves en centros de investigación o empresas tecnológicas, mentorías con profesionales y egresados, y uso de portafolios de evidencias que muestren competencias científicas transferibles. Del mismo modo, una evaluación formativa que valore la formulación de hipótesis,

el diseño experimental, la interpretación crítica de datos y la comunicación de resultados ayuda al alumnado a reconocer sus fortalezas y áreas de mejora, y a proyectarlas hacia itinerarios de grado concretos.

Para que la elección sea informada y libre, la orientación desde la Física debe integrar también la perspectiva de equidad: visibilizar referentes diversos, desmontar estereotipos de género y origen socioeconómico, y ofrecer itinerarios flexibles que combinen ciencia, tecnología y vocaciones emergentes. Finalmente, conectar el aprendizaje con información actualizada sobre estudios, salidas profesionales y necesidades sociales, transición energética, salud, digitalización, sostenibilidad, permite que cada estudiante entienda no solo qué puede estudiar, sino para qué, y elija carrera con ciencia, sentido y proyecto vital.

## **CAPÍTULO 3. DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y ORIENTACIÓN VOCACIONAL**

### **Introducción**

La enseñanza de la Física en el Bachillerato no puede reducirse a la transmisión de contenidos teóricos ni a la resolución mecánica de problemas. Su verdadero valor pedagógico reside en la capacidad de vincular el aprendizaje con la realidad del estudiante, permitiendo que los conceptos físicos cobren sentido en su vida cotidiana y que sirvan como puerta de entrada al conocimiento científico y a las profesiones relacionadas con él.

Este capítulo aborda la relación entre la didáctica de la Física y la orientación vocacional desde un enfoque integrador. Analiza cómo la motivación, el aprendizaje significativo, las metodologías activas y la evaluación formativa pueden articularse para generar experiencias educativas que ayuden al alumnado a descubrir su potencial científico y su proyecto.

### **1. La relación entre aprendizaje significativo y motivación científica en la enseñanza de la Física**

La enseñanza de la Física en el Bachillerato no puede reducirse a la transmisión de fórmulas, leyes o algoritmos. Su verdadero valor formativo reside en la capacidad de integrar los nuevos conocimientos en la estructura cognitiva del estudiante, generando comprensión, interés y sentido. En este marco, los conceptos de aprendizaje significativo y motivación científica adquieren una relevancia decisiva, ya que articulan la dimensión cognitiva y la dimensión afectiva del proceso de aprender ciencia.

El aprendizaje significativo, formulado por David Ausubel en su teoría del aprendizaje verbal significativo, se produce cuando la nueva información se relaciona de modo sustantivo y no arbitrario con los conocimientos previos del estudiante. Según el autor, “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe; averíguese esto y enséñese consecuentemente”. Este principio supone que todo aprendizaje eficaz debe partir de las estructuras cognitivas preexistentes del alumno, que actúan como anclajes para la nueva información. En el caso de la Física, esta idea tiene implicaciones didácticas profundas: los fenómenos físicos deben presentarse no como construcciones abstractas o puramente matemáticas, sino como explicaciones racionales del mundo observable, conectadas con las experiencias perceptivas y cotidianas del alumnado.

De este modo, enseñar Física de manera significativa implica vincular los conceptos teóricos con situaciones reales: la caída de los cuerpos, el funcionamiento de un motor, el sonido de un instrumento musical o la propagación de la luz en un espejo. Cuando el estudiante logra relacionar estos fenómenos con los principios físicos que los rigen —por ejemplo, la conservación de la energía o la reflexión de las ondas—, se produce una asimilación sustantiva del conocimiento. Esta integración cognitiva transforma la información en comprensión y dota de sentido al aprendizaje. En palabras de Joseph Novak, discípulo y colaborador de Ausubel, “el aprendizaje significativo no consiste en acumular hechos, sino en reorganizar activamente las estructuras de conocimiento, dando lugar a nuevas comprensiones”.

Sin embargo, el aprendizaje significativo no puede producirse sin motivación, entendida como el impulso que orienta, sostiene y da energía al esfuerzo cognitivo. En el contexto educativo, la motivación constituye el motor del aprendizaje, y su presencia o ausencia determina la profundidad con la que el estudiante se involucra en la tarea. En la enseñanza de la Física, la motivación científica surge cuando el alumnado percibe relevancia, reto y disfrute en la actividad de aprender. La curiosidad ante los fenómenos naturales, el placer de resolver un problema complejo o el orgullo de comprender una ley universal son fuentes poderosas de motivación intrínseca.

Diversas investigaciones en didáctica de las ciencias han demostrado que la motivación intrínseca, aquella que nace del interés genuino por conocer y comprender, genera aprendizajes más duraderos y transformadores que la motivación extrínseca, basada en recompensas externas como las calificaciones o el reconocimiento. De acuerdo con Fernando Gil Pérez, la clave de una enseñanza verdaderamente formativa de la Física radica en que el alumnado experimente “el valor intelectual y cultural del conocimiento científico, y no lo perciba como una colección de resultados acabados, ajenos a su experiencia vital”.



La relación entre motivación y aprendizaje significativo es, por tanto, bidireccional. Por un lado, el aprendizaje significativo potencia la motivación, ya que el estudiante que comprende encuentra satisfacción en aprender; por otro, la motivación estimula la búsqueda de significado y facilita la implicación cognitiva. En este sentido, los enfoques contemporáneos de la didáctica de la ciencia coinciden en que la implicación emocional y la relevancia contextual son condiciones necesarias para el aprendizaje profundo. Según Juan Ignacio Pozo, “el aprendizaje escolar solo se convierte en aprendizaje significativo cuando el alumno atribuye sentido a lo que hace y lo integra en su propia identidad cognitiva”.

En el ámbito de la enseñanza de la Física, esta integración puede favorecerse mediante la contextualización y la experimentación. Proponer actividades que partan de situaciones próximas, como la medición del consumo energético en el hogar, el estudio del movimiento de un vehículo o la exploración del espectro de la luz con instrumentos sencillos, que permite conectar los conceptos físicos con la vida cotidiana. Del mismo modo, el uso de experimentos históricos (por ejemplo, la caída de los cuerpos en Galileo o la experiencia de Young sobre la interferencia de la luz) contribuye a que el alumnado perciba la ciencia como una actividad humana de búsqueda y descubrimiento, y no como un conjunto estático de verdades.

### **1.1. La motivación científica**

La motivación científica, además, cumple una función orientadora y vocacional. En el Bachillerato, etapa en la que el alumnado toma decisiones sobre su futuro académico, el contacto con experiencias científicas significativas puede despertar intereses personales hacia las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas. Pero más allá de su valor profesional, la motivación científica fomenta actitudes de curiosidad, rigor, honestidad y perseverancia, que son transferibles a cualquier ámbito de la vida. En palabras de Rosalind Driver, “la educación científica no busca tanto formar científicos, como formar personas capaces de pensar con criterios científicos”.

Desde la perspectiva de la psicología sociocultural, representada por Lev Vygotsky, la motivación y el aprendizaje significativo se fortalecen mediante la interacción social y el andamiaje pedagógico. El conocimiento se construye en colaboración con otros, a través del diálogo, la argumentación y la resolución conjunta de problemas. En la enseñanza de la Física, esto implica diseñar entornos de aprendizaje cooperativos en los que el alumnado pueda confrontar ideas, elaborar modelos explicativos y contrastar hipótesis con datos experimentales. Estas dinámicas no solo estimulan la motivación, sino que también favorecen el desarrollo del pensamiento científico colectivo, esencial en la práctica real de la ciencia.

A nivel curricular, la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) y el Real Decreto 243/2022, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del Bachillerato, incorporan explícitamente la necesidad de promover aprendizajes competenciales, significativos y emocionalmente motivadores. En la definición de las competencias específicas de Física, el currículo insiste en que el alumnado debe ser capaz de “plantear preguntas investigables, formular hipótesis, diseñar procedimientos experimentales y analizar críticamente resultados”, con el fin de comprender fenómenos y resolver problemas reales desde una perspectiva científica. Esta formulación curricular se inspira en el modelo de aprendizaje activo y significativo promovido por la pedagogía constructivista y por la investigación en didáctica de las ciencias.

En coherencia con ello, el profesorado de Física debe actuar no solo como transmisor de conocimiento, sino como mediador del aprendizaje, diseñador de experiencias que combinen la curiosidad, la experimentación y la reflexión crítica. Actividades como el análisis de tecnologías cotidianas, los sensores de los teléfonos móviles, la energía solar o los sistemas de posicionamiento por satélite, la observación de fenómenos naturales o la simulación digital de experimentos clásicos, pueden suscitar en el alumnado una sensación de asombro, descubrimiento y conexión con la ciencia. Esta emoción cognitiva, lejos de ser un adorno, es el detonante del aprendizaje profundo.

En definitiva, la relación entre aprendizaje significativo y motivación científica constituye el núcleo pedagógico de la enseñanza de la Física. Cuando el conocimiento se presenta de manera comprensible, contextualizada y relevante, el estudiante no solo memoriza fórmulas, sino que comprende el sentido del conocimiento científico como herramienta para interpretar el mundo. A su vez, cuando el aprendizaje genera satisfacción, curiosidad y autoestima cognitiva, se refuerza la motivación intrínseca y se consolida una actitud positiva hacia la ciencia. Este círculo virtuoso, entre comprensión y motivación, es el fundamento de una educación científica que forma no solo competencias académicas, sino mentes críticas, curiosas y responsables, capaces de enfrentar con rigor y creatividad los desafíos del siglo XXI.

## **1.2. Estrategias didácticas para fomentar el aprendizaje significativo y la motivación científica en Física**

El logro de un aprendizaje verdaderamente significativo en la enseñanza de la Física exige la implementación de estrategias pedagógicas activas, centradas en el estudiante y diseñadas para favorecer la comprensión profunda, la motivación intrínseca y la autonomía cognitiva. Los fundamentos teóricos aportados por Ausubel, Novak, Vygotsky y otros autores del constructivismo se traducen, en

la práctica docente, en un conjunto de metodologías que permiten movilizar el interés, el razonamiento y la reflexión del alumnado.

### **A. Partir de los conocimientos previos y de las ideas alternativas.**

De acuerdo con la teoría de Ausubel, “el aprendizaje solo puede ser significativo si el contenido nuevo encuentra anclaje en conceptos ya existentes en la estructura cognitiva del alumno”. Por ello, el primer paso para enseñar Física de forma eficaz consiste en identificar las concepciones previas del alumnado sobre los fenómenos naturales. Numerosas investigaciones en didáctica de la ciencia han demostrado que los estudiantes suelen poseer ideas intuitivas o preteóricas, por ejemplo, sobre la fuerza, el movimiento o la electricidad, que difieren sustancialmente de los modelos científicos. Estas ideas no son errores sin valor, sino estructuras cognitivas espontáneas que deben ser analizadas y puestas en diálogo con los conceptos formales.

Según Rosalind Driver, las ideas previas “constituyen la materia prima del aprendizaje científico” y el objetivo de la enseñanza debe ser facilitar el tránsito desde los modelos cotidianos hacia los modelos científicos mediante procesos de conflicto cognitivo y reestructuración conceptual. En la práctica, esto puede lograrse a través de preguntas problematizadoras, discusiones guiadas o demostraciones experimentales que confronten la expectativa del alumnado con el resultado observado, generando así la necesidad de revisar sus interpretaciones.

### **B. Uso de organizadores previos y mapas conceptuales**

Una de las estrategias más eficaces para promover la asimilación significativa del conocimiento es el uso de organizadores previos, herramientas que proporcionan una visión general del tema antes de abordarlo en detalle. Ausubel los define como materiales introductorios que “preparan la estructura cognitiva del alumno para integrar la nueva información”. Estos organizadores pueden adoptar la forma de esquemas, analogías, preguntas guía o representaciones visuales que actúan como puentes cognitivos entre lo conocido y lo desconocido.

En este mismo sentido, Joseph Novak y D. Gowin desarrollaron los mapas conceptuales como técnica didáctica derivada de la teoría del aprendizaje significativo. Los mapas conceptuales permiten representar jerárquicamente los conceptos y las relaciones entre ellos, favoreciendo la organización lógica del conocimiento y su reconstrucción progresiva. En la enseñanza de la Física, los mapas conceptuales pueden utilizarse tanto como instrumento de evaluación formativa (para diagnosticar el nivel de comprensión) como herramienta de síntesis y revisión al final de una unidad didáctica. Su elaboración colaborativa refuerza, además, la interacción social y la motivación del grupo.

### **C. Aprendizaje basado en la indagación y el método científico**

El aprendizaje significativo se potencia cuando el alumnado construye el conocimiento a través de la acción, siguiendo los principios del método científico. Las metodologías de aprendizaje por indagación (Inquiry-Based Science Education) fomentan que los estudiantes formulen preguntas, diseñen experimentos, analicen datos y elaboren explicaciones a partir de la evidencia empírica. Este enfoque sitúa al estudiante como protagonista activo del proceso de conocimiento, y al docente como mediador y orientador del aprendizaje.

Como señalan Hodson y Gil Pérez, aprender ciencia implica aprender “a pensar y actuar científicamente”, lo que requiere integrar la actividad experimental con la reflexión teórica. La indagación guiada estimula la curiosidad y refuerza la motivación intrínseca, ya que los estudiantes perciben el aprendizaje como un proceso de descubrimiento personal y no como la memorización de resultados ya establecidos. En el aula de Física, este tipo de aprendizaje puede implementarse mediante proyectos de laboratorio, simulaciones interactivas o estudios de campo en los que se investiguen fenómenos reales, como la variación de la aceleración en un plano inclinado o la relación entre intensidad y voltaje en circuitos eléctricos sencillos.

### **D. Contextualización y aprendizaje situado**

Una enseñanza de la Física orientada a la motivación debe partir de la relevancia personal y social del conocimiento científico. El aprendizaje situado, propuesto por autores como Jean Lave y Etienne Wenger, sostiene que el conocimiento se adquiere más eficazmente cuando está vinculado a contextos auténticos y significativos para el estudiante. En esta línea, la Física debe relacionarse con los fenómenos cotidianos, las aplicaciones tecnológicas y los problemas globales contemporáneos.

Analizar el funcionamiento de un teléfono móvil, los principios de la energía solar, los sistemas de transporte o los desafíos de la sostenibilidad energética permite que el alumnado perciba la Física como una herramienta para comprender y transformar la realidad, y no como un conjunto de leyes abstractas. Además, la contextualización promueve la motivación científica al mostrar la utilidad práctica del conocimiento y su impacto social, cultural y ambiental.

### **E. Aprendizaje cooperativo y diálogo científico**

El constructivismo social subraya la importancia de la interacción entre iguales para la construcción del conocimiento. Según Vygotsky, el aprendizaje se produce en la zona de desarrollo próximo, donde la colaboración y la mediación del docente facilitan el progreso cognitivo. En la enseñanza de la Física, el trabajo en grupos cooperativos permite que los estudiantes expliquen, argumenten y

defiendan sus ideas, consolidando su comprensión y desarrollando competencias comunicativas y sociales.

Las actividades cooperativas en Física, como el análisis de un experimento, la resolución conjunta de problemas o la elaboración de un informe de laboratorio, favorecen el aprendizaje significativo, ya que obligan a verbalizar los razonamientos y a justificar las conclusiones. Además, el diálogo científico contribuye a desarrollar el pensamiento crítico y la argumentación racional, valores esenciales tanto para la ciencia como para la ciudadanía democrática.

## **F. Uso de tecnologías digitales y simulaciones interactivas**

En el marco de la LOMLOE, la competencia digital es una de las competencias clave que debe integrarse en todas las áreas del currículo. En la enseñanza de la Física, las tecnologías digitales ofrecen oportunidades excepcionales para promover la motivación y la comprensión conceptual. Las simulaciones interactivas, como las de la plataforma PhET de la Universidad de Colorado, permiten visualizar fenómenos abstractos (campos eléctricos, ondas, colisiones, etc.) y experimentar con variables en entornos virtuales seguros.

Asimismo, el uso de sensores, aplicaciones móviles o software de análisis de datos convierte al alumnado en investigador activo, capaz de recoger, representar y analizar datos empíricos. Estas herramientas facilitan el aprendizaje por descubrimiento, refuerzan la autonomía y permiten adaptar las experiencias experimentales a los recursos del centro. Como señala Domènech Casal, la digitalización de la enseñanza de las ciencias no debe limitarse a sustituir instrumentos, sino a crear “entornos de aprendizaje más abiertos, exploratorios y colaborativos”.

## **G. Evaluación formativa y autorregulación del aprendizaje**

Finalmente, el aprendizaje significativo se consolida mediante una evaluación formativa, continua y orientada a la mejora. La evaluación no se concibe como una medición puntual del rendimiento, sino como un proceso de retroalimentación constante que permite ajustar la enseñanza y favorecer la autorregulación del estudiante.

Según Neus Sanmartí, la evaluación debe concebirse como “un diálogo sobre el aprendizaje”, en el que el alumnado reflexiona sobre sus progresos, identifica sus dificultades y planifica estrategias de mejora. En Física, esto puede lograrse mediante rúbricas de desempeño, portafolios, cuadernos de laboratorio, autoevaluaciones y coevaluaciones. Este enfoque fomenta la metacognición, la responsabilidad y la motivación, ya que el estudiante se convierte en sujeto activo de su propio proceso formativo.

## H. Conclusión

El desarrollo del aprendizaje significativo y la motivación científica en la enseñanza de la Física requiere un modelo pedagógico integrador, en el que se combinen el rigor conceptual con la curiosidad, la exploración y la reflexión crítica. Las estrategias descritas —desde la activación de los conocimientos previos hasta la evaluación formativa— configuran un marco coherente con el enfoque competencial de la LOMLOE y el Real Decreto 243/2022, orientado a una educación científica capaz de formar mentes analíticas, creativas y comprometidas.

La Física, enseñada bajo estos principios, deja de ser un conjunto de leyes inertes para convertirse en una experiencia intelectual y cultural que despierta la pasión por el conocimiento, fortalece la autonomía del pensamiento y cultiva el espíritu científico como forma de comprensión y responsabilidad ante el mundo.

## 2. La enseñanza por proyectos como estrategia de orientación vocacional

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) constituye una de las metodologías más potentes para integrar la enseñanza de la Física con la orientación vocacional del alumnado. Su principal valor radica en que traslada el foco desde la transmisión del conocimiento hacia el aprendizaje activo, experiencial y contextualizado, fomentando la implicación personal del estudiante en la resolución de problemas con sentido real. Este modelo metodológico, de clara inspiración constructivista y sociocultural, permite que el alumnado se enfrente a situaciones abiertas, investigue fenómenos, elabore hipótesis, planifique procedimientos, evalúe resultados y comunique sus conclusiones, desarrollando así competencias transversales esenciales para su futuro académico y profesional.

El ABP encuentra su fundamento teórico en las ideas de JOHN DEWEY, quien ya a comienzos del siglo xx defendía que el aprendizaje significativo se produce cuando el conocimiento se aplica a la acción y la experiencia concreta. Según DEWEY, la escuela debía ser un laboratorio de vida en el que el alumno aprendiera “haciendo” y comprendiera el valor social de la ciencia y la tecnología. Décadas más tarde, esta visión fue retomada por enfoques como el aprendizaje experiencial de DAVID KOLB, que sostiene que la comprensión profunda emerge de la interacción entre la acción, la reflexión y la conceptualización.

En la actualidad, autores como JOHN THOMAS y BLUMENFELD *et al.* han sistematizado los principios del aprendizaje basado en proyectos, subrayando que su eficacia depende de cinco condiciones esenciales: la centralidad del proyecto como eje del aprendizaje, la pregunta guía o desafío significativo, la investigación sostenida, la autonomía del estudiante y la creación de un producto final auténtico. En la enseñanza de la Física, estos principios se concretan en experiencias que

conectan la teoría con la práctica, el aula con la sociedad, y el aprendizaje con la orientación profesional.

Los proyectos de Física pueden adoptar múltiples formas, adaptándose a los intereses del grupo y a los objetivos curriculares. Así, pueden proponerse investigaciones sobre energías renovables, que integren contenidos de electricidad, termodinámica y sostenibilidad; la construcción de maquetas o prototipos tecnológicos (paneles solares, turbinas eólicas, sensores de temperatura); la simulación de trayectorias y movimientos mediante software de análisis de vídeo o plataformas digitales; o el diseño experimental de sistemas de aislamiento térmico, experimentos de óptica o dispositivos electromagnéticos. También pueden abordarse proyectos aplicados a campos profesionales específicos, como la física médica, la ingeniería mecánica o eléctrica, o la ciencia ambiental, favoreciendo la interdisciplinariedad y la relación con el mundo laboral.

Este tipo de experiencias proporcionan al alumnado una visión integral e interdisciplinar del conocimiento, en la que convergen contenidos de Física, Matemáticas, Tecnología e Informática. Además, el ABP promueve habilidades esenciales como la planificación, la toma de decisiones, el trabajo colaborativo y la comunicación científica, que se corresponden con las competencias clave establecidas en la LOMLOE y el Real Decreto 243/2022: la competencia matemática y científica, la competencia digital, la competencia personal, social y de aprender a aprender, y la competencia ciudadana.

Pero más allá de su eficacia didáctica, el ABP posee un valor añadido fundamental: su potencial para el autoconocimiento académico y la orientación vocacional. En la medida en que el alumnado se enfrenta a problemas reales de la ciencia y la tecnología, puede reconocer sus propias habilidades, analíticas, experimentales, creativas o comunicativas, y descubrir los ámbitos de conocimiento con los que se siente más identificado. Para ANTONIO BOLÍVAR, “la orientación vocacional no puede separarse del aprendizaje; orientarse implica conocerse en la acción, en los intereses y en las capacidades que el aprendizaje pone en juego”.

El trabajo por proyectos, al situar al alumno en el rol del investigador, del ingeniero o del científico, le permite explorar su identidad vocacional de forma experiencial. En el proceso de formular hipótesis, diseñar experimentos, gestionar recursos o defender resultados, el estudiante vivencia de manera directa las formas de trabajo propias del ámbito científico y técnico, desarrollando un sentido de competencia y autoeficacia. Como señalan DECI y RYAN en su teoría de la motivación autodeterminada, la autonomía, la competencia y la relación social son los tres pilares de la motivación intrínseca, y el ABP ofrece un contexto privilegiado para satisfacer estas necesidades psicológicas básicas.

La motivación científica que despierta el trabajo por proyectos se sustenta precisamente en esa autonomía y en la percepción de relevancia. Cuando el estudiante percibe que su trabajo tiene un propósito real, que sus decisiones cuentan y que los resultados tienen valor fuera del aula, aumenta su implicación cognitiva y emocional. Por ello, el ABP constituye un marco pedagógico idóneo para consolidar vocaciones científicas y tecnológicas, especialmente entre el alumnado que no siempre se siente atraído por la Física en su forma tradicional.

El papel del profesorado se redefine en este contexto. Lejos de ser un mero transmisor de información, el docente actúa como mentor, facilitador y orientador, guiando el proceso de aprendizaje sin anular la iniciativa del alumno. Su función consiste en diseñar escenarios de indagación, ofrecer herramientas metodológicas, supervisar el trabajo experimental y proporcionar retroalimentación continua. Además, el profesorado puede conectar los proyectos desarrollados en el aula con ámbitos profesionales y universitarios, mediante la colaboración con instituciones científicas, facultades, ferias tecnológicas o programas de mentoría. De este modo, la enseñanza de la Física se convierte en una experiencia de exploración vocacional estructurada, en la que el estudiante percibe la ciencia como una opción de futuro viable y apasionante.

El ABP, además, favorece el desarrollo de la competencia para aprender a aprender, ya que exige al alumnado planificar su propio trabajo, gestionar tiempos, buscar información, analizar fuentes y evaluar su progreso. Para NEUS SANMARTÍ, “los proyectos permiten integrar la evaluación en el propio proceso de aprendizaje, haciendo que el estudiante reflexione sobre lo que sabe, lo que necesita saber y cómo lo ha aprendido”. Este componente metacognitivo contribuye no solo a mejorar la comprensión conceptual, sino también a fortalecer la autonomía y la autorregulación, capacidades clave para cualquier itinerario formativo futuro.

Desde la perspectiva curricular, el ABP encarna plenamente los principios de la LOMLOE, que orienta la enseñanza hacia la adquisición de competencias, la interdisciplinariedad y la vinculación entre aprendizaje, emoción y proyecto vital.

El Real Decreto 243/2022, que regula las enseñanzas mínimas del Bachillerato, subraya la importancia de metodologías activas que “sitúen al alumnado en el centro del proceso de aprendizaje, fomentando la indagación, la resolución de problemas y la aplicación del conocimiento a situaciones de la vida real”.

En consecuencia, la enseñanza por proyectos en Física no solo mejora la comprensión conceptual y procedimental, sino que también impulsa la orientación vocacional y la identidad científica del alumnado. Al enfrentarse a retos auténticos, los estudiantes descubren el valor social del conocimiento, desarrollan actitudes de



curiosidad y perseverancia, y comienzan a proyectarse hacia carreras científicas y tecnológicas con mayor claridad y motivación.

En última instancia, el aprendizaje basado en proyectos devuelve a la Física su sentido originario: el de ser una aventura intelectual de descubrimiento y creación. Permite que el alumno viva la experiencia del trabajo científico, con sus incertidumbres, sus hipótesis, sus errores y sus hallazgos, transformando el aula en un espacio de exploración donde el conocimiento deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en una herramienta de realización personal y vocacional.

### **3. Actividades experimentales y descubrimiento de vocaciones científicas**

La experimentación constituye el núcleo de la enseñanza de la Física y, simultáneamente, uno de los recursos más eficaces para despertar vocaciones científicas y consolidar aprendizajes significativos. A través del contacto directo con los fenómenos naturales, el alumnado puede observar, formular hipótesis, medir, equivocarse y verificar resultados, participando activamente en el proceso de construcción del conocimiento científico. De esta forma, el laboratorio, entendido en un sentido amplio que incluye tanto las experiencias presenciales como las simulaciones digitales interactivas, se convierte en un espacio de descubrimiento, creatividad y reflexión crítica.

#### **3.1. El valor pedagógico de la experimentación**

La actividad experimental no es un complemento del aprendizaje teórico, sino un componente estructural de la comprensión científica. Aprender Física implica aprender a pensar y actuar científicamente, es decir, a interpretar los fenómenos desde modelos explicativos que se ponen a prueba mediante la observación y la medición. Y es que, para DEREK HODSON, el aprendizaje de las ciencias no debe limitarse a “aprender ciencia”, sino extenderse a “aprender sobre la ciencia y a hacer ciencia”. Esta triple dimensión, conceptual, epistemológica y procedimental, permite al alumnado entender cómo se genera el conocimiento científico, cuál es su grado de fiabilidad y qué papel juega la evidencia empírica en su validación.

Desde el punto de vista pedagógico, la experimentación sitúa al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. A diferencia de las metodologías expositivas, en las que el conocimiento se presenta como un cuerpo acabado, la actividad experimental invita a explorar, dudar y comprobar, transformando la Física de una disciplina abstracta en una experiencia tangible. En palabras de Fernando Gil Pérez, “las actividades prácticas son la vía para que el alumnado descubra el valor de la ciencia como una construcción humana, sometida a contrastación y a revisión continua”.

Esta experiencia directa con el método científico fomenta la curiosidad intelectual, el pensamiento crítico y la autoconfianza cognitiva. La posibilidad de comprobar con las propias manos que las leyes físicas describen regularidades del mundo, como la conservación de la energía o la propagación de la luz, genera una vivencia emocional de descubrimiento y asombro que es difícil de alcanzar por medios puramente teóricos. En este sentido, el laboratorio se convierte en un espacio emocionalmente significativo, donde la razón y la experiencia se articulan de manera integradora.

### **3.2. Tipología de las actividades experimentales**

Las actividades experimentales pueden clasificarse, según su grado de apertura y autonomía, en tres niveles complementarios:

1. Experimentos demostrativos, realizados por el docente para ilustrar un fenómeno o concepto. Su finalidad principal es generar sorpresa, introducir una idea o visualizar un principio físico abstracto. Son especialmente útiles en la fase de motivación o como transición entre teoría y práctica.
2. Experimentos guiados, en los que el alumnado sigue un procedimiento previamente establecido para verificar una ley o relación cuantitativa. Este tipo de práctica es apropiada para consolidar destrezas técnicas, manejo de instrumentos y comprensión de procedimientos de medida y análisis de errores.
3. Investigaciones abiertas, donde los estudiantes diseñan su propio experimento, formulan hipótesis, eligen materiales y estrategias de análisis, y comunican los resultados. Estas actividades constituyen el nivel más alto de autonomía y de aproximación al trabajo científico real.

Según JIMÉNEZ ALEIXANDRE, los dos últimos niveles son especialmente relevantes para la formación de competencias científicas y para el desarrollo de vocaciones STEM, ya que promueven la toma de decisiones, la reflexión metacognitiva y la apropiación del método científico como modo de pensar.

### **3.3. El laboratorio como espacio de orientación vocacional**

El laboratorio escolar tiene un valor que trasciende la simple comprobación de leyes: es también un espacio de orientación vocacional. En la medida en que el alumnado asume roles de investigador, diseñador o analista, puede descubrir sus propios intereses y talentos: la precisión en la observación, la paciencia experimental, la creatividad para resolver problemas, la capacidad para analizar datos o la habilidad para comunicar resultados. Estas experiencias ofrecen al

estudiante información sobre sí mismo que contribuye a orientar sus decisiones académicas y profesionales.

Como señalan OSBORNE y DILLON, la participación en actividades científicas auténticas “favorece la identificación del alumnado con la ciencia y mejora su percepción de autoeficacia en tareas científicas”. En otras palabras, los estudiantes no solo aprenden Física, sino que comienzan a verse a sí mismos como personas capaces de hacer ciencia. Esta percepción de competencia es clave en la formación de vocaciones científicas, especialmente en edades preuniversitarias, donde la autoconfianza y el sentido de pertenencia al ámbito científico son factores determinantes.

Además, las prácticas de laboratorio permiten romper estereotipos de género y capacidad que históricamente han limitado la participación femenina en las áreas STEM. Cuando se fomenta la igualdad de oportunidades en las tareas experimentales, ya sea en la manipulación de instrumentos, el liderazgo de equipos o la presentación de resultados, se crean modelos de referencia y experiencias de éxito que contribuyen a visibilizar el talento científico de las alumnas y a cuestionar las concepciones tradicionales sobre quién puede ser científico o ingeniera.

### **3.4. La experimentación y el desarrollo de competencias científicas**

El enfoque competencial de la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) y del Real Decreto 243/2022, que regula las enseñanzas mínimas del Bachillerato, subraya la necesidad de promover la “competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)”, así como la “competencia personal, social y de aprender a aprender”. Las actividades experimentales contribuyen decisivamente a esta finalidad, ya que implican saber conceptual, saber hacer y saber ser: comprender los principios, aplicar procedimientos y adoptar actitudes propias de la cultura científica.

En el laboratorio, el alumnado aprende a formular hipótesis, controlar variables, tomar medidas con precisión, estimar errores, analizar datos y comunicar resultados con rigor, siguiendo los estándares del trabajo científico. Según ROBIN MILLAR, el laboratorio escolar no debe verse solo como un lugar para reproducir experimentos clásicos, sino como un entorno para desarrollar el razonamiento científico y la comprensión epistemológica de la ciencia.

Este enfoque convierte la experimentación en un proceso reflexivo y significativo, que integra teoría, práctica y pensamiento crítico. Al mismo tiempo, el componente emocional y lúdico de la experimentación refuerza la motivación intrínseca: el placer de descubrir, de resolver problemas y de comprender el funcionamiento del mundo. En este sentido, la enseñanza experimental actúa

como un catalizador vocacional, capaz de transformar la curiosidad inicial en interés sostenido y, finalmente, en vocación científica.

### **3.5. Laboratorios virtuales, simulaciones y nuevas formas de experimentación**

En el contexto actual de digitalización educativa, el concepto de laboratorio se amplía para incluir entornos virtuales de experimentación. Las simulaciones interactivas, como las desarrolladas por la plataforma PhET Interactive Simulations de la Universidad de Colorado, permiten recrear fenómenos complejos que serían difíciles de observar o costosos de reproducir en el aula, manteniendo los principios del método experimental: observación, manipulación de variables, registro de datos y formulación de conclusiones.

Lejos de sustituir al laboratorio físico, estas herramientas lo complementan, democratizando el acceso a la experiencia experimental y ampliando las posibilidades pedagógicas. Según DOMÈNECH CASAL, la combinación de laboratorio real y virtual “favorece la indagación autónoma, la repetición de experiencias y la modelización matemática de los fenómenos”. Así, la experimentación digital se convierte también en un recurso motivador y en una vía de orientación hacia profesiones tecnológicas y de ingeniería, donde el trabajo con simuladores, sensores y datos digitales es habitual.

### **3.6. Dimensión social y ética del trabajo experimental**

Finalmente, las actividades experimentales ofrecen una oportunidad única para integrar la dimensión ética y social de la ciencia en la enseñanza de la Física. El análisis de temas como la seguridad en el laboratorio, el uso responsable de materiales, la sostenibilidad energética o la fiabilidad de los datos introduce una reflexión sobre la responsabilidad del conocimiento científico y su impacto social.

En este sentido, la experimentación permite vincular la educación científica con la formación ciudadana, al mostrar que la ciencia no es solo una colección de leyes, sino una práctica humana que implica valores: honestidad, cooperación, rigor, respeto por la evidencia y apertura al error. Como señala Neus Sanmartí, “la enseñanza de las ciencias debe ayudar a construir una ciudadanía capaz de tomar decisiones basadas en evidencias, y eso solo se logra si se comprende cómo se genera el conocimiento científico”<sup>11</sup>.

Para ir buscando una conclusión diremos que las actividades experimentales son, por tanto, el eje vertebrador de una enseñanza de la Física orientada al desarrollo integral y a la formación de vocaciones científicas. En el laboratorio ya sea real o virtual el alumnado se enfrenta a la realidad física, experimenta la incertidumbre y descubre el placer de comprender. Este contacto directo con el método científico no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fortalece la identidad científica, la motivación intrínseca y la autoconfianza intelectual.

De esta manera, la experimentación se revela como un espacio privilegiado para educar en la ciencia y para la ciencia: una educación que no se limita a enseñar teorías, sino que forma personas capaces de investigar, crear y decidir con criterio, contribuyendo a una sociedad más crítica, innovadora e igualitaria.

#### **4. La evaluación como herramienta de orientación y autoeficacia**

La evaluación ocupa un lugar central en la enseñanza de las ciencias y, en particular, en la enseñanza de la Física. No solo porque determina qué y cómo se aprende, sino porque configura la relación del estudiante con el conocimiento científico, con su propio aprendizaje y con su autoconcepto académico. Históricamente, la evaluación ha sido entendida como un instrumento de medición del rendimiento, asociado a la verificación de resultados y a la certificación del aprendizaje. Este enfoque, heredero de una tradición positivista y selectiva, ha privilegiado la calificación sobre la comprensión, la memorización sobre la reflexión y la comparación entre estudiantes sobre el progreso individual.

Sin embargo, las transformaciones epistemológicas y pedagógicas de las últimas décadas, en particular las derivadas del paradigma constructivista, han impulsado un cambio profundo en la concepción de la evaluación. Desde esta nueva perspectiva, la evaluación deja de ser un acto final y sancionador para convertirse en un proceso formativo, reflexivo y orientador, inseparable del propio aprendizaje. Evaluar no es únicamente calificar lo aprendido, sino acompañar al estudiante en su proceso de construcción del conocimiento, ofrecerle información relevante sobre su evolución y fortalecer su autonomía intelectual. En palabras de NEUS SANMARTÍ, “evaluar es ayudar a aprender”, porque el objetivo de la evaluación no es determinar el nivel de éxito alcanzado, sino comprender cómo se aprende y qué apoyos o experiencias pueden favorecer el avance del alumnado.

En el contexto de la enseñanza de la Física, esta concepción cobra especial relevancia. La Física no es una disciplina que se limite a la transmisión de teorías cerradas o fórmulas inmutables, sino una forma de pensar y de interpretar el mundo natural basada en la observación, la modelización y la verificación empírica. Evaluar la Física, por tanto, implica valorar no solo el conocimiento conceptual —las leyes, las magnitudes o los principios—, sino también la capacidad para formular hipótesis, diseñar experimentos, analizar datos, interpretar resultados y comunicar razonamientos con claridad y rigor. Se trata, en suma, de evaluar competencias científicas integradas: cognitivas, procedimentales, metacognitivas y actitudinales.

La evaluación formativa, tal como la definieron PAUL BLACK y DYLAN WILLIAM, representa un cambio de paradigma fundamental en la educación científica. En su influyente estudio *Inside the Black Box* (1998), los autores

demonstraron que la evaluación formativa mejora significativamente la motivación, la autorregulación y el rendimiento del alumnado. Su propuesta parte de una idea esencial: la evaluación debe concebirse como un proceso que proporciona retroalimentación útil tanto para el docente como para el estudiante. Esta retroalimentación debe ser específica, constructiva y orientada al futuro, de modo que ayude al estudiante a comprender qué sabe, qué debe mejorar y qué estrategias puede aplicar para lograrlo. En consecuencia, la evaluación formativa es, ante todo, una herramienta para aprender a aprender.

En la enseñanza de la Física, esta visión implica modificar profundamente las prácticas evaluativas tradicionales. Los exámenes cerrados y las pruebas exclusivamente teóricas resultan insuficientes para captar la complejidad del aprendizaje científico. Frente a ellas, las tareas de indagación, los informes de laboratorio, las argumentaciones escritas, las simulaciones y los proyectos de investigación permiten observar cómo el estudiante construye y aplica los conocimientos, cómo utiliza el lenguaje científico y cómo articula la evidencia empírica con el razonamiento lógico. De este modo, la evaluación se transforma en una ventana abierta al pensamiento del alumno, un medio para comprender su progreso conceptual y su desarrollo competencial.

La evaluación formativa está estrechamente vinculada con la metacognición, es decir, con la capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje. Según JUAN IGNACIO POZO, la metacognición constituye la base de la autonomía intelectual, pues permite al estudiante reconocer sus errores, identificar estrategias efectivas y transferir el conocimiento a nuevos contextos. En este sentido, la evaluación no debe limitarse a emitir juicios externos, sino que debe promover la autorreflexión y la autovaloración. El alumno debe ser capaz de analizar sus propios resultados, detectar lagunas conceptuales, interpretar la retroalimentación recibida y tomar decisiones para mejorar.

Esta dimensión metacognitiva convierte la evaluación en un proceso dialógico y compartido. El docente deja de ser un juez que califica desde fuera para convertirse en un mediador del aprendizaje, un orientador que acompaña, guía y retroalimenta. Los instrumentos más coherentes con esta visión, rúbricas competenciales, portafolios, diarios de aprendizaje, coevaluaciones y autoevaluaciones, permiten documentar el progreso, hacer visible la evolución conceptual y proporcionar evidencias de desempeño real. Evaluar así implica un cambio cultural: pasar de una lógica de control a una lógica de comprensión, de una pedagogía del resultado a una pedagogía del proceso.

Ahora bien, la evaluación no solo tiene una función formativa, sino también motivacional y orientadora. Desde la psicología educativa, ALBERT BANDURA introdujo el concepto de autoeficacia, entendido como la creencia en la propia

capacidad para organizar y ejecutar las acciones necesarias para alcanzar un objetivo. La percepción de autoeficacia influye directamente en el esfuerzo, la persistencia y la resiliencia del estudiante frente a las dificultades. Cuando la evaluación se utiliza de manera punitiva o comparativa, la autoeficacia disminuye, el error se vive como fracaso y la motivación se erosiona. En cambio, cuando la evaluación reconoce los progresos, destaca las fortalezas y ofrece oportunidades de mejora, refuerza la autoconfianza y fomenta la motivación intrínseca.

En la enseñanza de la Física, esta conexión entre evaluación y autoeficacia es particularmente decisiva. Muchos estudiantes perciben la Física como una materia difícil, abstracta o inaccesible, lo que genera actitudes de evitación o inseguridad. Una evaluación orientadora puede contrarrestar esta percepción, mostrando al alumnado que la comprensión de los fenómenos físicos es alcanzable mediante el razonamiento, la experimentación y la práctica. La retroalimentación positiva y fundamentada permite al estudiante verse a sí mismo como capaz de pensar científicamente, de resolver problemas y de construir conocimiento. De esta manera, la evaluación se convierte en una herramienta de empoderamiento intelectual y emocional.

Esta misma evaluación, además, cumple una función vocacional. La observación de cómo los estudiantes afrontan tareas de indagación, colaboran en proyectos o interpretan datos experimentales ofrece valiosa información sobre sus intereses, estilos de pensamiento y potenciales campos de desarrollo profesional. Según JONATHAN OSBORNE y JUSTIN DILLON, la identificación con la práctica científica y la percepción de competencia son los factores más predictivos de la elección de estudios STEM. Por ello, una evaluación que permita reconocer las propias habilidades científicas puede actuar como un elemento decisivo en la orientación vocacional del alumnado.

La evaluación orientadora debe también contribuir a la equidad y la inclusión educativa. La Física, como disciplina, ha estado históricamente asociada a estereotipos de género y a percepciones elitistas del talento científico. Una evaluación diversa, que valore diferentes formas de razonamiento, creatividad y participación, puede ayudar a visibilizar las capacidades de todo el alumnado, especialmente de las alumnas y de los estudiantes con menor confianza inicial. Tal como recuerda NEUS SANMARTÍ, la evaluación debe servir para “abrir puertas, no para cerrarlas”, generando experiencias de éxito que refuercen el sentido de pertenencia a la comunidad científica.

En este contexto, el papel del profesorado es determinante. Evaluar desde un enfoque orientador exige una profunda competencia profesional en evaluación educativa, que incluya el diseño de instrumentos coherentes con las competencias científicas, la interpretación rigurosa de las evidencias y la capacidad de ofrecer

retroalimentación constructiva. Según RICK STIGGINS y W. JAMES POPHAM, la evaluación formativa no consiste en aplicar técnicas aisladas, sino en instaurar una cultura de aula basada en la confianza, la observación y el diálogo. En la enseñanza de la Física, esta cultura se traduce en la creación de entornos donde el error es una oportunidad, la pregunta es un valor y la retroalimentación es un proceso continuo de construcción conjunta del conocimiento.

En definitiva, la evaluación, entendida desde esta perspectiva, se convierte en una herramienta de autodescubrimiento y desarrollo personal. Es un proceso que permite al estudiante reconocerse como aprendiz de ciencia, desarrollar su pensamiento crítico y consolidar su autonomía cognitiva. La evaluación deja de ser un fin en sí misma para transformarse en un medio de aprendizaje, orientación y empoderamiento intelectual. Su función es, al mismo tiempo, diagnóstica, formativa, orientadora y motivacional.

Concebir la evaluación de este modo significa entenderla como parte sustancial de la educación científica: un espacio donde convergen la comprensión conceptual, la reflexión epistemológica, la madurez emocional y la proyección vocacional. En el ámbito del Bachillerato, y de manera especial en la enseñanza de la Física, esta visión es esencial para formar no solo futuros científicos, sino también ciudadanos capaces de analizar críticamente la información, de tomar decisiones fundamentadas y de actuar con responsabilidad en un mundo profundamente condicionado por la ciencia y la tecnología

## **5. La adquisición del pleno sentido de la evaluación formativa y orientadora**

Este hecho es el que redefine la finalidad del sistema educativo en torno al desarrollo integral del alumnado y a la adquisición de competencias clave para la vida, la ciudadanía y la empleabilidad. Y es que, el artículo 6 de la LOMLOE concibe el currículo como un conjunto articulado de competencias, saberes básicos, criterios de evaluación y situaciones de aprendizaje, y subraya la necesidad de que la evaluación del alumnado se fundamente en la observación continua de los avances en relación con dichas competencias.

Este principio se concreta, para el Bachillerato, en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, que regula la ordenación y las enseñanzas mínimas de la etapa. En él se afirma que “la evaluación del aprendizaje del alumnado será continua, formativa e integradora”, de manera que tenga en cuenta el progreso individual y la adquisición de las competencias específicas y las competencias clave europeas, entre ellas la Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), la Competencia digital y la Competencia personal, social y de aprender a aprender.



En este marco normativo, la evaluación deja de ser un instrumento exclusivamente sumativo para convertirse en un proceso de acompañamiento pedagógico que permite comprender cómo el alumnado aprende, qué dificultades encuentra, qué estrategias aplica y qué intereses científicos muestra. La evaluación se integra así en el propio proceso de enseñanza y aprendizaje, funcionando como un sistema de retroalimentación permanente que orienta tanto la acción del docente como el progreso del estudiante.

La investigación educativa ha demostrado de forma reiterada que la evaluación formativa es uno de los factores con mayor impacto sobre la mejora del aprendizaje. Los metaanálisis de JOHN HATTIE, basados en más de 800 estudios sobre rendimiento escolar, sitúan la retroalimentación formativa entre las intervenciones pedagógicas más eficaces, con un efecto superior al promedio general del conjunto de prácticas evaluadas.

La razón es sencilla: cuando la evaluación proporciona información concreta sobre qué se ha hecho bien, qué debe mejorarse y cómo hacerlo, el alumnado desarrolla un sentido de control sobre su propio proceso de aprendizaje. Esta percepción de control es, precisamente, el núcleo de la autoeficacia descrita por ALBERT BANDURA, que se construye a través de la experiencia de éxito, la retroalimentación positiva y la autorreflexión sobre el propio desempeño.

El vínculo entre evaluación, autoeficacia y motivación científica ha sido confirmado en el ámbito específico de la enseñanza de las ciencias. Investigaciones recientes —como las de ANGELA CALDERHEAD o MEREDITH FRANKLIN— muestran que los estudiantes que participan activamente en procesos de autoevaluación y coevaluación tienden a mostrar una mayor persistencia en tareas científicas complejas y una percepción más positiva de su competencia científica. Este efecto es particularmente relevante en asignaturas como la Física, donde la dificultad percibida puede actuar como barrera de entrada.

Desde esta perspectiva, la evaluación debe asumir explícitamente una función orientadora y emancipadora. Al ofrecer al alumnado evidencias sobre su progreso, sus estrategias y sus capacidades, la evaluación le ayuda a reconocerse como sujeto de aprendizaje y a tomar decisiones informadas sobre su futuro académico. En otras palabras, la evaluación se convierte en una herramienta de orientación vocacional, al revelar no solo los conocimientos adquiridos, sino también los intereses, las habilidades y las disposiciones personales hacia la ciencia.

Este enfoque coincide con los principios de la Evaluación para el Aprendizaje (Assessment for Learning), formulados por BLACK y WILIAM, que destacan cuatro dimensiones esenciales: el uso de la evaluación para identificar la situación de partida del alumno; la formulación de objetivos de aprendizaje claros; la

retroalimentación que permita reducir la distancia entre el nivel actual y el nivel deseado; y la implicación activa del estudiante en su propio proceso evaluativo.

Estos principios son perfectamente aplicables a la enseñanza de la Física en Bachillerato, donde el aprendizaje se organiza en torno a la resolución de problemas, la modelización de fenómenos y la experimentación científica.

En el contexto del aula de Física, la evaluación orientadora puede concretarse mediante portafolios de aprendizaje, diarios de laboratorio, rúbricas competenciales, entrevistas de reflexión, y evaluaciones cooperativas que integren las dimensiones cognitiva, procedimental y actitudinal del aprendizaje científico. Los portafolios científicos, en particular, permiten al alumnado reunir evidencias de su evolución, informes, proyectos, reflexiones, resultados experimentales, y revisarlas con la ayuda del docente para establecer metas de mejora.

Por otra parte, NEUS SANMARTÍ considera que este instrumento tiene un enorme potencial formativo porque “hace visible el aprendizaje y da sentido a la evaluación, al permitir que el alumno entienda en qué punto se encuentra y hacia dónde puede avanzar”.

Del mismo modo, las rúbricas competenciales constituyen un recurso esencial para traducir los criterios de evaluación establecidos en el currículo en indicadores observables y comprensibles. En el caso de la Física, estas rúbricas pueden incluir dimensiones como: la capacidad de formular hipótesis coherentes, la calidad de los procedimientos experimentales, la precisión en el registro y análisis de datos, la interpretación crítica de los resultados y la argumentación científica. En esta línea, HEIDI ANDRADE subraya que las rúbricas, cuando se comparten y discuten con el alumnado, no solo facilitan la transparencia evaluativa, sino que también “enseñan a los estudiantes a comprender qué significa calidad en su propio trabajo”.

Esta transparencia y participación son cruciales para promover la autoeficacia académica. Según BARRY ZIMMERMAN, los alumnos que son capaces de autoevaluarse y de recibir retroalimentación interpretándola de forma constructiva desarrollan mayores niveles de autorregulación y compromiso con sus metas. En la enseñanza de la Física, la autoeficacia no se construye únicamente a través del éxito en las tareas, sino también mediante la comprensión del proceso: reconocer los errores, identificar sus causas y aplicar estrategias correctivas son experiencias que fortalecen la confianza en la propia capacidad para aprender ciencia.

A este respecto, el error adquiere un valor educativo central. Lejos de ser un indicador de fracaso, el error es una fuente de información sobre el modo en que el alumno está interpretando los conceptos y sobre la estructura de sus representaciones mentales. La didáctica de las ciencias, desde GIL PÉREZ hasta

DRIVER y MILLAR, ha insistido en que los errores conceptuales deben entenderse como expresiones coherentes de un pensamiento en desarrollo, que puede ser reconstruido mediante la reflexión y la confrontación con la evidencia experimental. Por tanto, la evaluación debe fomentar un clima de aula donde el error se perciba como una oportunidad para aprender y no como una causa de penalización.

La dimensión social y ética de la evaluación también es fundamental. La evaluación no solo mide el conocimiento, sino que comunica mensajes sobre qué es importante aprender, qué comportamientos se valoran y quién es considerado competente. Si se utiliza de manera selectiva o punitiva, la evaluación puede reproducir desigualdades y desalentar a aquellos estudiantes que no se ajustan al perfil tradicional de éxito académico. Por el contrario, una evaluación orientadora y diversificada contribuye a democratizar el acceso al conocimiento científico, ofreciendo a todos los estudiantes oportunidades de éxito. Este principio se alinea con los valores de inclusión y equidad que la LOMLOE coloca en el centro del sistema educativo, al reconocer la diversidad como un elemento de enriquecimiento y no como un obstáculo.

En consecuencia, la evaluación de la Física en Bachillerato debe concebirse como un proceso continuo, dialógico y personalizado. Continuo, porque debe acompañar al aprendizaje en todas sus etapas; dialógico, porque implica la interacción entre docente y estudiante en torno a la interpretación de las evidencias; y personalizado, porque debe atender al ritmo, estilo y contexto de cada alumno. Este triple carácter hace posible que la evaluación cumpla su doble función: la función pedagógica, orientada al aprendizaje, y la función orientadora, dirigida al desarrollo personal y vocacional.

Asimismo, el enfoque competencial del currículo demanda que la evaluación integre conocimientos, destrezas y actitudes de manera equilibrada. En la Física, esto implica valorar la comprensión teórica, la aplicación de modelos, la capacidad de razonamiento lógico-matemático, el manejo de instrumentos y tecnologías, y la disposición hacia el trabajo colaborativo y la reflexión ética sobre las implicaciones sociales de la ciencia. En este sentido, la evaluación adquiere una función cultural y cívica, al contribuir a la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada, capaz de comprender los desafíos del mundo contemporáneo, desde la transición energética hasta la inteligencia artificial, y de participar activamente en la toma de decisiones fundamentadas.

La formación inicial y permanente del profesorado es una condición necesaria para llevar a cabo esta transformación. Evaluar desde una perspectiva orientadora requiere no solo conocimiento disciplinar, sino también competencias didácticas y emocionales. El docente debe dominar el diseño de instrumentos de evaluación coherentes con los objetivos competenciales, saber interpretar los

resultados con criterios pedagógicos, ofrecer retroalimentación personalizada y mantener una actitud de escucha activa. Como señalan STIGGINS y POPHAM, la evaluación formativa es “una práctica profesional compleja que demanda sensibilidad pedagógica, precisión técnica y compromiso ético”.

En síntesis, la evaluación en la enseñanza de la Física debe entenderse como un proceso integrador y humanista, donde el conocimiento, la reflexión y la emoción convergen. Una evaluación formativa y orientadora es, en sí misma, una forma de enseñar: enseña a pensar, a valorar el propio esfuerzo, a reconocer los errores, a perseverar y a descubrir las propias vocaciones. En ella se sintetiza el propósito más profundo de la educación científica: no solo formar estudiantes competentes, sino personas capaces de comprender y transformar el mundo con criterio y responsabilidad.

## **6. Implicaciones prácticas y metodologías evaluativas en la enseñanza de la Física**

La consolidación de un modelo de evaluación orientador, formativo y competencial en la enseñanza de la Física exige trasladar los principios teóricos a la práctica educativa. Este proceso implica una transformación profunda en la planificación docente, en la metodología y en la propia cultura evaluativa del aula. Evaluar no es una fase final del proceso de enseñanza, sino un componente esencial del mismo, que debe estar integrado en cada actividad, experimento o proyecto que se desarrolle.

En esta línea que tratamos, la evaluación auténtica se presenta como una alternativa sólida frente a los modelos tradicionales basados en pruebas estandarizadas o en la repetición mecánica de ejercicios. La evaluación auténtica consiste en valorar el desempeño del alumnado en tareas significativas y contextualizadas que requieren la aplicación del conocimiento científico a problemas reales. Tal como sostienen GRANT WIGGINS y JAY McTIGHE, “evaluar auténticamente significa pedir al estudiante que demuestre su comprensión mediante la transferencia de lo aprendido a situaciones nuevas o complejas”.

En la enseñanza de la Física, este principio se traduce en la necesidad de diseñar situaciones de aprendizaje que reproduzcan la práctica científica: observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados, comunicación y reflexión crítica. Cada una de estas fases ofrece oportunidades de evaluación. La observación puede evaluarse en términos de precisión, curiosidad y capacidad de detectar variables; la formulación de hipótesis, en función de su coherencia y fundamento teórico; la experimentación, según la rigurosidad metodológica; el análisis, por la interpretación de datos y uso correcto del razonamiento matemático; y la comunicación, por la claridad y la argumentación científica.

En esta línea, el Real Decreto 243/2022 incorpora la idea de que los criterios de evaluación deben orientarse hacia desempeños observables, vinculados a las competencias específicas de cada materia. Para la Física, los criterios incluyen acciones como “formular preguntas investigables”, “recoger y analizar datos”, “modelizar fenómenos físicos”, “evaluar incertidumbres” y “comunicar conclusiones de manera fundamentada”. Esto implica que la evaluación no puede reducirse a la calificación de contenidos conceptuales, sino que debe integrar las habilidades y actitudes que caracterizan el pensamiento científico.

### **A. Evaluación a través del laboratorio**

El laboratorio es el espacio pedagógico por excelencia donde la evaluación adquiere un carácter integrador. No se trata únicamente de verificar resultados numéricos o de comprobar la validez de una ley física, sino de analizar cómo el estudiante piensa, actúa y comunica como científico. En el laboratorio se evidencian competencias clave: el trabajo cooperativo, la planificación experimental, la gestión del error, la argumentación basada en evidencias y la comunicación técnica.

Para GIL PÉREZ, la práctica experimental “no debe entenderse como simple comprobación de teorías, sino como construcción de conocimiento, donde el estudiante se enfrenta a la incertidumbre, formula preguntas y toma decisiones fundamentadas”. Desde este enfoque, la evaluación debe registrar tanto el proceso como el producto. La observación directa, las anotaciones del cuaderno de laboratorio, las conversaciones científicas y los informes escritos constituyen fuentes valiosas de evidencia.

Los informes de laboratorio representan, en este sentido, un instrumento privilegiado para la evaluación formativa. A través de ellos, el docente puede valorar la comprensión del problema, la calidad del diseño experimental, la interpretación de los datos, la coherencia argumentativa y la capacidad de autocrítica. Al mismo tiempo, los informes permiten al estudiante reflexionar sobre su propio trabajo, reconociendo aciertos, dificultades y aprendizajes.

### **B. Rúbricas y criterios de desempeño**

Una práctica evaluativa alineada con el currículo competencial requiere rúbricas de evaluación claras, explícitas y compartidas. Las rúbricas establecen los niveles de logro en función de criterios previamente acordados, haciendo visible lo que significa un desempeño excelente, adecuado o en proceso. En la enseñanza de la Física, estas rúbricas pueden incluir descriptores específicos como: “identifica correctamente las variables relevantes de un fenómeno”, “diseña procedimientos experimentales controlando errores sistemáticos”, “interpreta datos mediante relaciones funcionales y representaciones gráficas”, o “argumenta sus conclusiones en función de las evidencias”.

HEIDI ANDRADE y BROOKE HERBST destacan que el uso de rúbricas no solo mejora la objetividad de la evaluación, sino que incrementa la autoeficacia del alumnado, al ofrecerle una referencia clara de sus progresos y de las expectativas de aprendizaje. Cuando el estudiante participa en la elaboración o revisión de las rúbricas, la evaluación se convierte en una práctica de corresponsabilidad, coherente con el principio de participación activa que defiende la LOMLOE.

### **C. Autoevaluación, coevaluación y evaluación compartida**

El desarrollo del pensamiento científico implica autonomía y reflexión. Por ello, las estrategias de autoevaluación y coevaluación son fundamentales para la enseñanza de la Física. La autoevaluación permite al alumno analizar su propio proceso, identificar los conceptos que comprende y aquellos que aún necesita reforzar, mientras que la coevaluación fomenta la capacidad de valorar críticamente el trabajo de otros, argumentar juicios y aprender del intercambio.

BARRY ZIMMERMAN vincula estas estrategias con el modelo de aprendizaje autorregulado, en el cual la autoobservación y la autorreflexión son etapas esenciales para mantener la motivación y ajustar las estrategias cognitivas. En el ámbito de la Física, donde el razonamiento abstracto y el manejo matemático pueden resultar exigentes, la autoevaluación proporciona un espacio de autoconciencia y de gestión emocional que refuerza la confianza del alumnado.

La evaluación compartida, por su parte, supone una cooperación efectiva entre docente y estudiante. No se trata de negociar calificaciones, sino de construir conjuntamente significados sobre el aprendizaje: qué se ha aprendido, cómo se ha aprendido y qué queda por aprender. En este proceso, la retroalimentación adquiere un papel central. Según PAUL BLACK, la retroalimentación efectiva debe ser oportuna, comprensible y orientada a la acción; no basta con señalar errores, sino que es necesario proporcionar estrategias concretas de mejora.

### **D. Evaluación de proyectos y situaciones de aprendizaje**

La enseñanza de la Física en Bachillerato puede enriquecerse mediante proyectos de investigación científica o situaciones de aprendizaje interdisciplinarias que integren saberes de Matemáticas, Tecnología, Biología o Ciencias Ambientales. En estos contextos, la evaluación adquiere un sentido global: no solo se valoran los resultados conceptuales, sino la capacidad de formular preguntas, aplicar modelos, gestionar información, trabajar en equipo y comunicar resultados de manera científica.

Un ejemplo puede ser el diseño de un proyecto sobre eficiencia energética en el entorno escolar. En este caso, los criterios de evaluación pueden abarcar desde la comprensión del concepto de energía y su conservación, hasta la interpretación de mediciones experimentales, la elaboración de informes y la formulación de

propuestas de mejora. Esta forma de evaluación contribuye a conectar la Física con la realidad social y a despertar vocaciones científicas al mostrar la relevancia del conocimiento físico en la vida cotidiana.

El aprendizaje basado en proyectos, como señalan THOMAS MARKHAM y JOHN LARSON, permite “aprender haciendo, pensar reflexionando y evaluar construyendo”. Desde la óptica de la evaluación, el ABP ofrece evidencias múltiples del progreso: productos elaborados, debates, presentaciones orales, registros experimentales o informes digitales. El papel del docente consiste en acompañar, observar y ofrecer retroalimentación formativa en cada fase.

### **E. Evaluación digital y pensamiento computacional**

La incorporación de la competencia digital al currículo de la LOMLOE amplía las posibilidades de evaluación en la enseñanza de la Física. Las herramientas digitales permiten recoger, visualizar y analizar datos en tiempo real, utilizar simulaciones interactivas, diseñar experimentos virtuales y compartir resultados mediante plataformas colaborativas. Todo ello genera nuevas formas de evidencia evaluable.

Los entornos de simulación y programación (como PhET, GeoGebra o Python) posibilitan evaluar la comprensión de modelos físicos y la capacidad de modelización computacional. Estas prácticas, además de desarrollar la competencia STEM, fomentan el pensamiento computacional, definido por JEANNETTE WING como “la habilidad de formular problemas y soluciones de forma que puedan ser representados y ejecutados por un agente de procesamiento de información”. Evaluar el pensamiento computacional implica valorar la capacidad del alumnado para abstraer, descomponer y algoritmizar fenómenos físicos, habilidades que serán cada vez más esenciales en la ciencia contemporánea.

### **F. Evaluación inclusiva y equitativa**

Una evaluación verdaderamente formativa debe ser también inclusiva, es decir, respetuosa con la diversidad de ritmos, intereses y estilos de aprendizaje. La Física, a menudo percibida como una materia difícil o elitista, requiere estrategias que permitan el éxito de todos los estudiantes. El marco de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), promovido por CAST (Center for Applied Special Technology), ofrece pautas para diseñar tareas evaluativas flexibles, con múltiples formas de representación, acción y expresión. Aplicado a la evaluación en Física, esto supone, por ejemplo, ofrecer diferentes modos de presentar un proyecto (informe escrito, vídeo explicativo, maqueta interactiva) o distintos grados de apoyo en las actividades experimentales.

La equidad también se logra diversificando los instrumentos de evaluación. No todos los estudiantes demuestran su comprensión de la misma forma: algunos

destacan en la comunicación oral, otros en la resolución matemática o en la creatividad experimental. Una evaluación equitativa debe reconocer esta pluralidad de talentos, contribuyendo así a superar los estereotipos de género y las barreras cognitivas o culturales que históricamente han limitado el acceso a las vocaciones científicas.

### **G. Evaluación ética y reflexiva**

Finalmente, toda evaluación debe asumir una dimensión ética y reflexiva. Evaluar es emitir juicios de valor sobre el aprendizaje, y esos juicios tienen consecuencias personales y sociales. En la enseñanza de la Física, donde se pretende formar ciudadanos capaces de comprender y actuar responsablemente ante los desafíos científicos del siglo XXI, la evaluación debe fomentar la honestidad intelectual, la rigurosidad argumentativa y el respeto por la evidencia. La evaluación, por tanto, no solo mide conocimiento, sino que educa en la ética del conocimiento científico.

Como advierte MIGUEL ÁNGEL SANTOS GUERRA, “la evaluación no es neutral: puede humillar o dignificar, excluir o incluir, desmotivar o entusiasmar”. Por ello, una evaluación verdaderamente orientadora debe contribuir a la dignificación del estudiante, reforzando su autoestima académica, su sentido de pertenencia y su compromiso con el aprendizaje. En la medida en que la evaluación promueva la reflexión crítica, la cooperación y la responsabilidad, estará cumpliendo también una función moral y formativa esencial.

Para buscar una conclusión general diremos que la evaluación en la enseñanza de la Física, concebida desde el paradigma competencial, no puede entenderse como una mera herramienta de control o de certificación. Es, ante todo, un proceso dinámico de comprensión y acompañamiento del aprendizaje. Evaluar es observar, dialogar, interpretar y guiar; es ayudar al estudiante a reconocer su potencial, a superar sus dificultades y a proyectar su futuro académico y profesional.

El docente de Física se convierte, de este modo, en un evaluador-formador, un mediador que transforma la evaluación en un acto pedagógico. Esta evaluación debe ser continua, formativa, integradora, inclusiva y orientadora, en coherencia con los principios de la LOMLOE y con los valores de una educación científica humanista. Evaluar con sentido formativo significa enseñar con sentido transformador: no para clasificar, sino para comprender; no para limitar, sino para abrir caminos de conocimiento y de vocación científica.

## **7. La proyección pedagógica y profesional del docente en la evaluación formativa**

El papel del profesorado de Física en el marco de la enseñanza competencial es, hoy más que nunca, decisivo. La evaluación formativa y orientadora no puede



implantarse de manera efectiva sin una profunda transformación del rol docente, que pasa de ser un transmisor de información a convertirse en un diseñador de experiencias de aprendizaje, mediador cognitivo y agente de orientación vocacional. Esta concepción profesional se alinea con el enfoque reflexivo y de investigación sobre la práctica defendido por DONALD SCHÖN, para quien el buen docente es aquel que “reflexiona en y sobre la acción”, convirtiendo la enseñanza en un proceso continuo de indagación y mejora.

En el contexto de la enseñanza de la Física, esta visión implica que el profesorado debe actuar como investigador de su propia práctica, utilizando la evaluación no solo para valorar el aprendizaje de los estudiantes, sino también para analizar la eficacia de sus estrategias pedagógicas. De este modo, la evaluación se convierte en un instrumento bidireccional, que informa tanto sobre el progreso del alumnado como sobre la calidad de la enseñanza.

### **7.1. Evaluación docente e investigación sobre la práctica**

El movimiento internacional de la investigación-acción educativa, impulsado por autores como LAWRENCE STENHOUSE y STEPHEN KEMMIS, ha demostrado que el profesorado puede y debe generar conocimiento pedagógico desde la reflexión sistemática sobre su práctica. Este enfoque tiene implicaciones profundas en el ámbito de la enseñanza de la Física, donde la complejidad conceptual, la diversidad de contextos y la rápida evolución de la ciencia y la tecnología exigen una actualización constante de los métodos didácticos.

Evaluar con sentido formativo implica también evaluar la enseñanza misma: analizar cómo las estrategias didácticas, las secuencias de aprendizaje y las prácticas experimentales influyen en la comprensión de los alumnos. Este proceso requiere instrumentos de autoevaluación docente, observación de aula, análisis de evidencias de aprendizaje y colaboración entre colegas en comunidades profesionales de práctica.

El modelo de comunidad profesional de aprendizaje, desarrollado por HELEN TIMPERLEY, destaca precisamente el valor de la colaboración docente en la mejora de la evaluación y del aprendizaje. Según la autora, el desarrollo profesional efectivo surge cuando los profesores se implican colectivamente en procesos de indagación, revisan evidencias del aprendizaje de su alumnado y adaptan sus estrategias a partir de la reflexión compartida. En este sentido, la evaluación no es una actividad individual, sino un acto colegiado y deliberativo que implica diálogo profesional y construcción de saber pedagógico colectivo.

### **7.2. Competencia profesional y alfabetización evaluativa del docente**

La calidad de la evaluación depende, en gran medida, de la competencia evaluativa del profesorado, entendida como el conjunto de conocimientos,

habilidades y actitudes necesarios para diseñar, aplicar e interpretar procedimientos de evaluación coherentes con los objetivos educativos. GORDON STOBART define esta competencia como “la capacidad de construir juicios válidos sobre el aprendizaje y de utilizarlos para mejorar tanto la enseñanza como el aprendizaje”.

En la enseñanza de la Física, esta competencia incluye varias dimensiones:

1. comprensión epistemológica de la ciencia y de sus modos de validación;
2. dominio de estrategias de evaluación auténtica y experimental;
3. capacidad para ofrecer retroalimentación significativa;
4. sensibilidad hacia la diversidad del alumnado y hacia los factores emocionales que intervienen en el aprendizaje científico.

Las investigaciones de DILLON y OSBORNE en el ámbito de la Science Education europea subrayan que uno de los principales desafíos de la educación científica contemporánea es precisamente formar profesorado con una sólida alfabetización evaluativa, capaz de interpretar el aprendizaje desde una perspectiva epistemológica y no meramente cuantitativa. En otras palabras, el profesor de Física debe ser competente no solo en contenidos, sino también en la cultura de la evaluación educativa.

El marco de competencias docentes de la UNESCO (2018) refuerza esta idea, al considerar que la competencia evaluativa implica tanto la capacidad de aplicar instrumentos fiables y válidos como la de “utilizar los resultados de la evaluación para retroalimentar el aprendizaje y para orientar la toma de decisiones pedagógicas”. En consecuencia, la formación inicial y permanente del profesorado de Física debería incluir de manera sistemática módulos dedicados al diseño de evaluación competencial, a la interpretación de evidencias de aprendizaje y al desarrollo de la metacognición docente.

### **7.3. Evaluación, reflexión y desarrollo profesional docente**

La autoeficacia docente, concepto paralelo al de autoeficacia del alumnado, fue formulado por ALBERT BANDURA y posteriormente desarrollado por ANITA WOOLFOLK y RANDY TCHERNOFF como la creencia del profesor en su capacidad para generar aprendizajes significativos y para manejar eficazmente los desafíos del aula. Esta autopercepción influye directamente en la calidad de la enseñanza, en la gestión de la clase y en la perseverancia ante las dificultades.

La investigación educativa ha mostrado que los docentes con alta autoeficacia tienden a utilizar estrategias de evaluación más diversas, ofrecen retroalimentaciones más constructivas y promueven en sus alumnos una mayor motivación y compromiso con la ciencia. Un estudio de TAASOBIA y HENNESSY

sobre la enseñanza de la Física en secundaria indica que los profesores que emplean evaluación formativa basada en evidencias no solo mejoran el rendimiento conceptual de los estudiantes, sino que también desarrollan mayor satisfacción profesional.

La práctica reflexiva es, por tanto, un componente esencial del desarrollo profesional. Evaluar los aprendizajes de los estudiantes debe ir acompañado de una evaluación del propio proceso de enseñanza: qué estrategias funcionan, cuáles deben ajustarse, qué concepciones erróneas persisten y qué apoyos necesita el alumnado. Este ciclo de reflexión y mejora continua constituye el núcleo del profesionalismo docente basado en la evidencia, que conecta la didáctica de la Física con la investigación educativa.

#### **7.4. Formación inicial y permanente del profesorado de Física**

El éxito de la evaluación formativa en la enseñanza de la Física depende en gran medida de la formación inicial y continua del profesorado. En España, los programas de Máster en Profesorado de Educación Secundaria (RD 1393/2007 y RD 822/2021) incluyen competencias específicas relacionadas con la evaluación educativa, pero diversos estudios han señalado la necesidad de reforzar la formación práctica en evaluación competencial y experimental.

DOMÉNECH, SANMARTÍ y GIL PÉREZ han defendido la importancia de incorporar módulos de formación basados en la resolución de situaciones reales de aula, en el análisis de secuencias de aprendizaje y en la elaboración de instrumentos de evaluación auténtica. Esta aproximación permite que el futuro docente aprenda a evaluar en contextos de incertidumbre, comprendiendo el aprendizaje científico como un proceso dinámico y contextualizado.

La formación permanente, por su parte, debe fomentar el aprendizaje entre iguales, la observación mutua de clases y la participación en redes de innovación educativa. Iniciativas como el proyecto europeo SIS Catalyst y los programas de desarrollo profesional del European Science Education Research Association (ESERA) han mostrado que los espacios de intercambio y reflexión entre docentes son esenciales para consolidar prácticas evaluativas innovadoras y sostenibles.

#### **7.5. Evaluación y orientación vocacional: el papel orientador del docente**

El profesor de Física, además de evaluador, desempeña una función orientadora de primer orden. La evaluación formativa ofrece información valiosa no solo sobre los logros del alumnado, sino sobre sus intereses, potencialidades y preferencias. Interpretada adecuadamente, esta información puede orientar al estudiante hacia decisiones vocacionales coherentes con sus aptitudes y motivaciones.

La orientación vocacional no debe entenderse como una acción puntual, sino como un proceso educativo continuo que atraviesa toda la experiencia escolar. En este proceso, la evaluación desempeña un papel mediador entre el autoconocimiento del alumno y el conocimiento del mundo profesional. ANNE-MARIE NUTTALL y GUY CLAXTON subrayan que los entornos donde la evaluación fomenta la reflexión y la autoeficacia son aquellos que generan una mayor continuidad entre el aprendizaje y la proyección profesional.

En la enseñanza de la Física, las prácticas de laboratorio, los proyectos tecnológicos, las simulaciones y los debates sobre ciencia y sociedad son espacios idóneos para vincular la evaluación con la orientación. A través de ellos, el profesorado puede detectar habilidades analíticas, creativas o comunicativas que indiquen inclinaciones hacia ámbitos como la ingeniería, la investigación científica, la docencia o la divulgación.

Además, la orientación vocacional basada en la evaluación ayuda a romper estereotipos de género y sociales, al ofrecer a todas las personas la oportunidad de experimentar el aprendizaje científico de manera activa y significativa. En este sentido, la evaluación puede y debe ser una herramienta de justicia educativa, garantizando que el talento y la vocación científica no se vean condicionados por sesgos culturales, expectativas externas o barreras socioeconómicas.

## **7.6. Evaluación reflexiva y cultura profesional docente**

El desarrollo de una auténtica cultura evaluativa requiere un cambio en la concepción del rol del profesor. Evaluar formativamente no es solo aplicar técnicas, sino asumir un compromiso epistemológico, ético y profesional con el aprendizaje de los estudiantes. Tal como afirma NEUS SANMARTÍ, “la evaluación no es un acto burocrático, sino una práctica de comprensión: quien evalúa bien, enseña bien”.

Desde este punto de vista, el profesorado de Física debe cultivar una actitud de reflexión constante, sustentada en la lectura de investigaciones, en la experimentación didáctica y en el diálogo profesional. La evaluación se convierte así en un espacio de investigación compartida, donde el docente analiza, documenta y comunica su experiencia, contribuyendo al avance del conocimiento pedagógico. Esta perspectiva enlaza con la idea del profesor como intelectual transformativo, formulada por HENRY GIROUX, que entiende la enseñanza como una práctica emancipadora y crítica, orientada al desarrollo de la conciencia científica y social.

La proyección pedagógica del docente de Física, por tanto, va más allá de la transmisión disciplinar: implica un compromiso con la formación integral del alumnado, con la ética de la evaluación y con la construcción colectiva de una educación científica de calidad. El docente reflexivo no solo enseña contenidos,

sino que enseña a pensar científicamente, a evaluar críticamente y a actuar responsablemente en el mundo.

## **8. La evaluación formativa y orientadora en la enseñanza de la Física como eje de una educación científica integral**

### **8.1. La evaluación como estructura vertebradora del aprendizaje científico**

En la educación científica contemporánea, la evaluación se ha transformado en el verdadero núcleo estructural del proceso de enseñanza-aprendizaje. No es un complemento ni un resultado, sino el mecanismo mediante el cual se da coherencia al conocimiento, se visibilizan los progresos, se diagnostican los obstáculos y se orienta el sentido de la formación. La LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020) y el Real Decreto 243/2022, al establecer la evaluación como continua, formativa e integradora, consagran esta visión sistémica que conecta los saberes, las competencias y los criterios de logro dentro de un marco holístico y reflexivo.

En la enseñanza de la Física, esta orientación adquiere un valor estratégico. La Física no es solo un conjunto de leyes y ecuaciones, sino una forma de comprender la realidad desde la evidencia y la razón, de interpretar los fenómenos naturales y de prever sus consecuencias. En este contexto, la evaluación deja de ser un instrumento de control y se convierte en una herramienta epistemológica, capaz de revelar cómo se construye, se valida y se comunica el conocimiento.

Autores como PAUL BLACK y DYLAN WILIAM, en su obra seminal *Inside the Black Box* (1998), demostraron que las prácticas de evaluación formativa constituyen uno de los factores de mayor impacto en la mejora del rendimiento y de la motivación del alumnado. Evaluar formativamente implica transformar el aula en un espacio de diálogo cognitivo, donde las evidencias del aprendizaje no se reducen a exámenes, sino que se construyen mediante observaciones, registros, experimentos, informes y debates científicos.

La evaluación, en consecuencia, es la manifestación pedagógica del método científico: observa, formula hipótesis, contrasta, interpreta y comunica resultados. Evaluar es, en cierto modo, reproducir en el ámbito educativo el mismo proceso de validación que define a la ciencia.

### **8.2. Evaluar para comprender: de la calificación al pensamiento científico**

La evaluación tradicional ha privilegiado la calificación sobre la comprensión, reduciendo el aprendizaje a un acto de repetición y no de razonamiento. Sin embargo, en la enseñanza de la Física, donde los conceptos tienen un alto nivel de abstracción (fuerza, energía, campo, entropía, inercia), la memorización sin comprensión conduce inevitablemente a concepciones alternativas y errores persistentes.

El enfoque de cambio conceptual, desarrollado por ROSALIND DRIVER y ANDRÉ GIORDAN, subraya que el aprendizaje significativo en ciencias solo ocurre cuando el estudiante reconstruye activamente sus esquemas mentales a partir de la evidencia y del conflicto cognitivo. En este proceso, la evaluación desempeña un papel esencial, ya que permite detectar las concepciones previas, documentar la evolución de las ideas y retroalimentar la reorganización conceptual.

La evaluación formativa, por tanto, no se limita a medir lo que el alumno sabe, sino que acompaña cómo llega a saberlo. Permite al docente intervenir en el proceso de pensamiento del estudiante, ayudándole a identificar errores, a justificar sus razonamientos y a construir modelos explicativos coherentes. Este tipo de evaluación promueve el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo, una competencia central en la Física y en la cultura científica en general.

Además, la comprensión evaluada de este modo no se limita al dominio conceptual, sino que incluye la capacidad de transferencia y de aplicación del conocimiento a contextos reales: desde la explicación de fenómenos naturales hasta la toma de decisiones tecnológicas o medioambientales. Tal como sostiene NEUS SANMARTÍ, evaluar para aprender implica “ofrecer instrumentos que permitan al alumnado tomar conciencia de su propio proceso y progresar en la comprensión de los fenómenos”.

### **8.3. Evaluación, metacognición y autorregulación del aprendizaje científico**

La Física, por su naturaleza abstracta y deductiva, exige un alto grado de autorregulación del aprendizaje. El estudiante debe ser capaz de planificar su estudio, seleccionar estrategias, comprobar sus resultados y ajustar su razonamiento. La evaluación formativa proporciona el andamiaje cognitivo que hace posible este proceso.

Las investigaciones de BARRY ZIMMERMAN sobre el aprendizaje autorregulado muestran que la autoevaluación y la reflexión metacognitiva son factores determinantes en el rendimiento académico. En la enseñanza de la Física, la práctica de la autoevaluación permite al estudiante tomar conciencia de cómo aprende, identificar las estrategias que le resultan eficaces y desarrollar un sentido de responsabilidad intelectual frente al conocimiento.

Instrumentos como los portafolios científicos, los diarios de laboratorio y las rúbricas compartidas fomentan la autorreflexión, el pensamiento crítico y la autopercepción de competencia. Cada vez que el alumno analiza sus errores o compara su desempeño con criterios explícitos, está interiorizando una forma de razonamiento científico que replica, en clave educativa, la revisión por pares propia de la investigación científica.

La retroalimentación cualitativa, por su parte, constituye el puente entre la evaluación externa y la autorregulación interna. HATTIE y TIMPERLEY, en su metaanálisis sobre la eficacia de la retroalimentación, concluyeron que los comentarios específicos, constructivos y orientados a la acción son los que producen los mayores efectos sobre el aprendizaje. La retroalimentación no debe limitarse a señalar aciertos o errores, sino que debe guiar al estudiante sobre cómo mejorar, promoviendo la comprensión y la autonomía.

#### **8.4. Evaluación y orientación vocacional: descubrir la identidad científica**

La evaluación no solo mide el conocimiento; también modela la identidad del aprendiz. Cada experiencia evaluativa influye en la forma en que el estudiante se percibe a sí mismo en relación con la ciencia: competente o incapaz, interesado o indiferente, capaz de contribuir o condenado a fracasar. Por ello, la evaluación tiene un profundo componente vocacional y emocional.

Los estudios de HAIDI LEDERMAN y NORMAN LEDERMAN sobre actitudes hacia la ciencia han demostrado que la percepción de competencia y la autoeficacia son los predictores más sólidos de la elección de carreras científicas. En la enseñanza de la Física, una evaluación justa, comprensiva y constructiva puede despertar vocaciones científicas, al mostrar al alumnado que la Física es comprensible, útil y humana.

Las actividades experimentales y de proyecto, evaluadas con criterios de desempeño y reflexión, ofrecen al estudiante la posibilidad de experimentar la ciencia desde dentro: observar, medir, analizar, concluir. Esa vivencia directa genera un sentimiento de pertenencia al mundo científico y un reconocimiento de las propias capacidades.

Cuando el alumno se ve a sí mismo como alguien capaz de formular hipótesis, de resolver problemas y de comunicar resultados, su orientación vocacional se fortalece. La evaluación formativa, en este sentido, es una evaluación orientadora: ayuda al estudiante a descubrir no solo lo que sabe, sino lo que puede llegar a ser.

#### **8.5. Dimensión ética y social de la evaluación científica**

Toda evaluación es un acto moral. Supone emitir juicios que afectan a la autoestima, a la trayectoria académica y a las oportunidades futuras del estudiante. En consecuencia, la evaluación debe regirse por principios éticos de justicia, transparencia y equidad.

Para SANTOS GUERRA “no existe evaluación neutra: toda evaluación implica un poder, y su ejercicio responsable requiere conciencia ética”. En la enseñanza de la Física, esto se traduce en la necesidad de diseñar instrumentos inclusivos, que reconozcan la diversidad cultural, cognitiva y de género.

Una evaluación ética debe garantizar igualdad de oportunidades para demostrar la comprensión científica, ofrecer múltiples vías de expresión (oral, escrita, digital, experimental) y promover el respeto por el proceso de aprendizaje de cada alumno. Además, debe fomentar la integridad científica: el respeto por los datos, la honestidad en la comunicación de resultados y la valoración del error como parte legítima del método.

La evaluación, así entendida, contribuye no solo a la formación intelectual, sino también a la educación moral y ciudadana. Enseña a valorar la evidencia, a respetar el rigor, a asumir la incertidumbre y a reconocer el trabajo colectivo. Evaluar científicamente es, en último término, enseñar a pensar éticamente.

### **8.6. El profesorado de Física como evaluador reflexivo y agente de cambio**

El papel del profesorado es crucial en este paradigma evaluativo. Como señala DONALD SCHÖN, el docente reflexivo no aplica recetas, sino que interpreta situaciones y genera conocimiento profesional desde la acción. El profesor de Física, en este sentido, se convierte en un evaluador reflexivo e investigador de su propia práctica, capaz de analizar las evidencias del aprendizaje y de reorientar su enseñanza a partir de ellas.

La investigación-acción, impulsada por STEPHEN KEMMIS y LAWRENCE STENHOUSE, constituye el marco idóneo para esta transformación. En ella, la evaluación deja de ser un fin y se convierte en un medio para mejorar la práctica, promoviendo una cultura profesional basada en la colaboración y en la innovación pedagógica.

Además, el desarrollo de la competencia evaluativa docente, tal como plantea GORDON STOBART, es esencial para garantizar la validez y la equidad de los juicios sobre el aprendizaje. Esta competencia no se limita al manejo de técnicas, sino que incluye la comprensión epistemológica de lo que significa aprender ciencia y la responsabilidad moral de evaluar de manera justa y formativa.

La docencia en Física exige, por tanto, una sólida formación continua, que integre saber disciplinar, conocimiento pedagógico y alfabetización evaluativa. Como señala HELEN TIMPERLEY, el desarrollo profesional debe basarse en la indagación reflexiva sobre las evidencias del aprendizaje, convirtiendo al docente en un investigador de su propia eficacia

### **8.7. Evaluar para humanizar la ciencia**

La evaluación formativa y orientadora en la enseñanza de la Física no es un simple procedimiento técnico; es una toma de posición epistemológica y ética frente al conocimiento y frente a la educación. Evaluar es un acto de reconocimiento: reconocer al estudiante como sujeto de aprendizaje, reconocer la ciencia como



una construcción humana, reconocer el error como camino de descubrimiento y reconocer la enseñanza como una práctica moral y social.

Evaluar, en este sentido, es humanizar la ciencia. Es permitir que el alumnado experimente la Física no como un conjunto de fórmulas, sino como una forma de mirar el mundo, de interrogar la naturaleza y de construir verdades compartidas. Es fomentar una ciudadanía científica capaz de pensar críticamente, de actuar responsablemente y de participar en las decisiones tecnológicas, éticas y ambientales que definirán el futuro.

Una evaluación justa, comprensiva, formativa y reflexiva es, por tanto, el cimiento de una educación científica verdaderamente democrática y emancipadora. En ella se une el rigor de la ciencia con la dignidad de la persona, el método con la conciencia, la precisión con el sentido.

La evaluación no es el final del aprendizaje: es su forma más profunda.

### **Conclusión del capítulo 3**

La didáctica de la Física, cuando se orienta hacia la comprensión, la experimentación y la reflexión, se convierte en una poderosa vía de orientación vocacional. La combinación de aprendizaje significativo, proyectos interdisciplinarios, prácticas experimentales y evaluación formativa permite crear experiencias educativas que despiertan la curiosidad y la autoconfianza del alumnado.

En este sentido, el aula de Física puede y debe ser un espacio de exploración vocacional, donde el conocimiento se transforme en motivación y donde cada estudiante pueda descubrir su afinidad con las ciencias, no como una imposición, sino como una posibilidad de futuro.



## CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR VOCACIONES CIENTÍFICAS

### Introducción

El fomento de las vocaciones científicas constituye uno de los grandes desafíos de los sistemas educativos contemporáneos. En una sociedad caracterizada por la aceleración tecnológica, la expansión del conocimiento digital y la creciente influencia de la ciencia en la vida cotidiana, la formación de nuevas generaciones con competencias científicas sólidas se ha convertido en un imperativo estratégico para el progreso económico, cultural y medioambiental de los países.

### 1. La vocación científica como reto educativo y social

Tal como subraya la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en su informe *Education at a Glance 2023*, la capacidad de un Estado para sostener su desarrollo depende, en gran medida, de la formación científica y tecnológica de su población y de la existencia de una ciudadanía capaz de comprender y participar críticamente en los procesos de innovación.

No obstante, las estadísticas internacionales muestran una tendencia persistente: el número de estudiantes que eligen itinerarios científicos en la educación secundaria y universitaria sigue siendo insuficiente. Según la Comisión Europea (2022), menos del 25 % de los alumnos europeos optan por estudios STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), y esta proporción es aún menor entre las alumnas. La UNESCO (2017), en su informe *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in STEM*, alerta de que los estereotipos de género, las barreras culturales y la falta de modelos femeninos continúan limitando la participación de las mujeres en la ciencia, a pesar de que su rendimiento académico en estas áreas no difiere del de sus compañeros varones.

En este contexto, la escuela desempeña un papel esencial como espacio de democratización del conocimiento y de formación de vocaciones científicas. El sistema educativo no solo transmite saberes, sino que también moldea actitudes, valores y expectativas hacia la ciencia. La Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) reconoce expresamente que la educación científica debe promover el pensamiento crítico, la creatividad, el aprendizaje competencial y el interés por la investigación. En el nivel de Bachillerato, la Física se presenta como una de las materias con mayor potencial orientador: su combinación de teoría, experimentación y razonamiento lógico permite al alumnado comprender el mundo natural y, al mismo tiempo, desarrollar capacidades transferibles a cualquier ámbito profesional.

Como señalan OSBORNE Y DILLON, el reto actual de la educación científica no consiste únicamente en incrementar los conocimientos de los estudiantes, sino en conseguir que perciban la ciencia como una empresa humana apasionante, socialmente relevante y profesionalmente viable. En otras palabras, el desafío no es solo enseñar más ciencia, sino enseñar mejor la ciencia, de manera que despierte curiosidad, genere comprensión y despunte vocaciones.

En este marco, el aula de Física adquiere una función que trasciende lo puramente curricular: se convierte en un espacio de exploración vocacional, donde el alumnado puede descubrir sus propios intereses, habilidades y potencialidades. La Física, por su carácter explicativo y experimental, constituye un terreno privilegiado para fomentar el pensamiento crítico, la observación rigurosa, el análisis sistemático y la toma de decisiones basada en evidencias, competencias esenciales tanto para el desarrollo personal como para la participación ciudadana.

El presente capítulo examina, desde un enfoque teórico y práctico, las estrategias que la enseñanza de la Física puede ofrecer para promover las vocaciones científicas en el Bachillerato. Se analizarán sus fundamentos pedagógicos y psicológicos, los modelos metodológicos más eficaces (aprendizaje por proyectos, indagación y experimentación), el papel del laboratorio y de la tecnología digital, así como la necesidad de incorporar perspectivas de género y equidad. Todo ello orientado a un objetivo común: construir una enseñanza científica que forme ciudadanos reflexivos y, al mismo tiempo, inspire a los futuros profesionales de la ciencia y la tecnología.

## **2. Marco teórico: fundamentos psicológicos, pedagógicos y epistemológicos del interés científico**

El interés por la ciencia y la elección de trayectorias vocacionales relacionadas con ella no son procesos espontáneos, sino construcciones complejas que dependen de factores cognitivos, afectivos y socioculturales. La investigación educativa ha demostrado que la motivación, la autoeficacia, la percepción de relevancia y el

contexto de aprendizaje son variables decisivas en el desarrollo de las vocaciones científicas.

Desde la perspectiva psicológica, DAVID AUSUBEL estableció que el aprendizaje significativo, base de toda comprensión profunda, se produce cuando los nuevos conocimientos se integran de manera sustantiva y no arbitraria en la estructura cognitiva del alumno. En el caso de la Física, esta premisa implica que los conceptos deben conectarse con la experiencia personal y los saberes previos del estudiante, de modo que adquieran sentido y funcionalidad. Un aprendizaje puramente memorístico o algorítmico, desvinculado de la realidad, no solo genera desinterés, sino que impide el desarrollo de la motivación intrínseca.

Por otro lado, la teoría sociocultural de LEV VYGOTSKY subraya la dimensión social del aprendizaje. El conocimiento científico no se construye en aislamiento, sino mediante la interacción con otros, a través del lenguaje, la mediación y la colaboración. De ahí que el aula de Física deba concebirse como una comunidad científica en miniatura, donde los estudiantes discuten, formulan hipótesis y construyen conjuntamente explicaciones. Este enfoque dialógico no solo mejora la comprensión, sino que también fortalece la identidad científica, entendida como el sentimiento de pertenencia a la cultura de la ciencia.

En el ámbito de la motivación, la teoría de la autodeterminación desarrollada por DECI y RYAN aporta una visión especialmente relevante. Según esta perspectiva, la motivación intrínseca, aquella que surge del interés y la satisfacción personal, es más poderosa y duradera que la motivación extrínseca basada en recompensas o calificaciones. Para promover vocaciones científicas, los docentes deben crear entornos de aprendizaje que fomenten la autonomía, la competencia y la relación social, los tres pilares de la autodeterminación.

La autoeficacia, concepto introducido por Albert Bandura (1997), desempeña también un papel crucial. La creencia del estudiante en su propia capacidad para comprender y aplicar conocimientos científicos influye directamente en su rendimiento y en su disposición a continuar estudios en este ámbito. La percepción de competencia no depende exclusivamente del éxito objetivo, sino de la calidad de la retroalimentación que recibe y del clima emocional del aula.

Desde la perspectiva pedagógica, los modelos de enseñanza por indagación (Inquiry-Based Science Education, IBSE) han demostrado ser especialmente eficaces para generar interés y comprensión. Según Bybee (2013), el proceso de indagación reproduce las prácticas auténticas de la ciencia: formular preguntas, diseñar experimentos, analizar datos y comunicar resultados. Esta metodología transforma el aula en un espacio de experimentación intelectual y emocional, donde el error se concibe como parte del aprendizaje y no como un fracaso.

Finalmente, desde una perspectiva epistemológica, autores como GIL PÉREZ y HODSON han insistido en la necesidad de enseñar la ciencia como una construcción humana, sujeta a revisión y debate, y no como un conjunto de verdades inmutables. Esta visión histórica y crítica de la Física permite al alumnado comprender el proceso de creación del conocimiento y valorar su dimensión ética, cultural y social.

En síntesis, el desarrollo de las vocaciones científicas requiere una integración equilibrada de los factores cognitivos (aprendizaje significativo), emocionales (motivación y autoeficacia), sociales (interacción y colaboración) y epistemológicos (comprensión de la naturaleza de la ciencia). La enseñanza de la Física, por su carácter experimental y su conexión directa con la realidad, ofrece un terreno excepcional para articular estos componentes de forma coherente.

### **3. La enseñanza de la física y su potencial orientador**

La Física, en tanto disciplina que busca comprender las leyes fundamentales de la naturaleza, ocupa una posición estratégica dentro del currículo del Bachillerato y de la educación científica en general. Su carácter racional, experimental y universal le confiere un valor formativo singular, capaz de articular la comprensión conceptual con la experiencia empírica y el razonamiento lógico. Pero más allá de su relevancia académica, la Física posee una dimensión orientadora de gran potencial: puede servir de puente entre la escuela y las profesiones científicas y tecnológicas, ofreciendo al alumnado una visión clara del sentido, la utilidad y la belleza del conocimiento científico.

Desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias, la enseñanza de la Física debe concebirse como un proceso en el que el estudiante reconstruye activamente el conocimiento, integrando saberes teóricos, prácticos y axiológicos. Como indica GIL PÉREZ, el aprendizaje de la ciencia no puede reducirse a la memorización de leyes, sino que debe implicar la reconstrucción de los significados, la comprensión de los modelos y la reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico. En este sentido, la Física no es solo un conjunto de contenidos, sino una forma de pensar y de mirar el mundo, que enseña a plantear preguntas relevantes, a buscar explicaciones y a validar respuestas mediante la observación y la argumentación.

La Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) refuerza esta idea al situar el aprendizaje competencial en el centro del sistema educativo. La Física contribuye de manera directa al desarrollo de varias competencias clave, especialmente la competencia STEM, la competencia digital, la competencia matemática y la competencia personal, social y de aprender a aprender. En la ordenación establecida por el Real Decreto 243/2022, la materia se estructura mediante competencias específicas,

criterios de evaluación y saberes básicos, con el fin de garantizar un aprendizaje profundo y transferible a distintos contextos.

El currículo actual concibe la enseñanza de la Física como un proceso que fomenta tanto la comprensión conceptual como la reflexión crítica y la creatividad. A través de la resolución de problemas, la experimentación, la modelización y la comunicación científica, el alumnado desarrolla una visión integrada de la realidad física, adquiriendo al mismo tiempo hábitos de pensamiento riguroso, autonomía intelectual y sensibilidad ética ante el uso de la tecnología y el impacto ambiental de las innovaciones.

Desde el punto de vista de la orientación vocacional, la Física ofrece un campo privilegiado para el descubrimiento de intereses profesionales. Las experiencias de aula, los laboratorios y los proyectos de investigación escolar pueden actuar como auténticos catalizadores de vocaciones. Cuando los estudiantes manipulan instrumentos, diseñan experimentos o interpretan datos, no solo aprenden contenidos, sino que experimentan la satisfacción de “hacer ciencia”. Como sostiene HODSON el aprendizaje de la ciencia debe ser “una actividad intelectual y emocional completa, donde el estudiante piense, haga y sienta como un científico”. La orientación vocacional en Física requiere, por tanto, metodologías que promuevan la autonomía, la indagación y la reflexión personal. El enfoque del aprendizaje por proyectos (Project-Based Learning, PBL) y el aprendizaje basado en la indagación (Inquiry-Based Learning, IBL) han demostrado ser especialmente eficaces para este propósito<sup>3</sup>. Ambos modelos parten de problemas reales o situaciones significativas que requieren la aplicación de los conceptos físicos, la formulación de hipótesis, la toma de decisiones y la comunicación de resultados. De acuerdo con Krajcik y Blumenfeld (2006), el aprendizaje por proyectos favorece el desarrollo de competencias transversales, como la colaboración, la planificación y la comunicación, al mismo tiempo que potencia la motivación intrínseca. En el contexto de la Física, un proyecto puede centrarse en el estudio de energías renovables, el diseño de un sistema de ahorro energético, la simulación de trayectorias en un campo gravitatorio o el análisis acústico del entorno urbano. Estas experiencias conectan la ciencia con los desafíos reales de la sociedad y muestran al alumnado que el conocimiento científico tiene una utilidad concreta y transformadora. Por otro lado, la enseñanza de la Física también debe atender a la diversidad de intereses y talentos. No todos los estudiantes experimentan la ciencia de la misma manera ni con los mismos propósitos. Algunos se sienten atraídos por la precisión matemática, otros por la experimentación, otros por la aplicación tecnológica o la comunicación. Como indican Sanmartí (2007) y Vilches y Gil (2010), el docente debe ofrecer una variedad de experiencias de aprendizaje que permita al alumnado descubrir su propio perfil y orientar su proyecto vital y profesional. Asimismo, la dimensión humanista de la Física no debe ser desatendida. La reflexión sobre el papel

del conocimiento científico en la cultura, la ética de la tecnología, la relación entre ciencia y sociedad o el impacto de las decisiones tecnológicas en el medio ambiente, son aspectos fundamentales para formar ciudadanos críticos y comprometidos. La Física, lejos de ser una disciplina fría o abstracta, es un vehículo para pensar el mundo y el lugar del ser humano en él. Como afirma Snow (1959) en su célebre conferencia sobre Las dos culturas, la brecha entre las ciencias y las humanidades debe superarse mediante una educación que integre la racionalidad científica con la sensibilidad cultural. Desde esta perspectiva, la enseñanza de la Física puede ser un poderoso instrumento de orientación vocacional integral: no solo orienta hacia profesiones científicas o tecnológicas, sino que forma en competencias, valores y actitudes aplicables a cualquier campo del saber. El aprendizaje de la Física fomenta la curiosidad intelectual, el pensamiento lógico, la creatividad y la capacidad de análisis crítico: cualidades que definen no solo al científico, sino también al ciudadano culto del siglo XXI.

#### **4. Talleres y laboratorios: del experimento al descubrimiento profesional**

El laboratorio escolar, entendido como un espacio de encuentro entre la teoría y la práctica, constituye uno de los pilares fundamentales de la enseñanza de la Física. Desde una perspectiva epistemológica, el laboratorio reproduce, en escala educativa, las prácticas propias de la ciencia: observar, formular hipótesis, diseñar experimentos, analizar datos y elaborar conclusiones. Pero, más allá de su valor cognitivo, el laboratorio cumple una función esencial en el descubrimiento de vocaciones científicas, al situar al alumnado en una posición activa de investigador y protagonista del conocimiento. La investigación educativa ha demostrado que la experimentación práctica favorece la motivación intrínseca y la comprensión conceptual de la Física. Según HOFSTEIN Y LUNETTA, las experiencias de laboratorio permiten que los estudiantes relacionen los conceptos teóricos con los fenómenos observables, desarrollen destrezas de investigación y comprendan la naturaleza del trabajo científico. Asimismo, el laboratorio contribuye al desarrollo de competencias transversales, como la colaboración, la comunicación y la gestión de la incertidumbre, que son fundamentales para el desempeño profesional en entornos STEM. En el contexto del Bachillerato, el laboratorio de Física puede y debe concebirse como un espacio de aprendizaje activo, interdisciplinar y vocacional. Las prácticas no deben limitarse a la verificación de leyes ya conocidas, sino que deben estimular la curiosidad y la creatividad. Como sostienen ABRAHAMS Y MILLAR, la finalidad educativa del laboratorio no es tanto “ver” los fenómenos, sino “pensar con ellos”, es decir, utilizarlos como herramientas cognitivas para construir explicaciones y desarrollar razonamientos.



En este sentido, las actividades experimentales pueden estructurarse en tres niveles progresivos que, además de consolidar aprendizajes, favorecen la identificación de intereses vocacionales:

a) Experimentos demostrativos.

Realizados por el docente, permiten ilustrar un fenómeno y despertar la curiosidad del alumnado. Son especialmente útiles en las fases iniciales, cuando se pretende introducir un concepto o captar la atención. Su eficacia depende de la contextualización y del diálogo posterior. Por ejemplo, una demostración sobre la levitación magnética o la interferencia de ondas puede generar preguntas espontáneas que conduzcan al razonamiento científico.

b) Experimentos guiados.

En este nivel, el alumnado sigue un procedimiento establecido para verificar una ley o reproducir un resultado. Aunque el margen de creatividad es limitado, se desarrollan competencias técnicas (precisión en la medida, control de variables, registro de datos) y se fortalecen hábitos de rigor y perseverancia. Este tipo de prácticas resulta esencial para consolidar la alfabetización científica y preparar al estudiante para la autonomía investigadora.

c) Investigaciones abiertas.

Constituyen el nivel más alto de implicación cognitiva y vocacional. Los estudiantes diseñan su propio experimento, eligen los instrumentos y analizan los resultados con criterios de validez. Según HOFSTEIN, KIPNIS Y KIND, este tipo de actividades contribuye significativamente a la motivación, la autoeficacia y la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Al asumir el rol de científicos, los alumnos experimentan el proceso de descubrimiento y desarrollan un sentido de pertenencia al mundo de la investigación.

Estas tres modalidades no deben concebirse como compartimentos estancos, sino como etapas complementarias en el desarrollo de la competencia científica. La progresión desde lo demostrativo a lo investigativo permite transitar del aprendizaje dependiente al autónomo, del interés superficial al compromiso vocacional.

Desde el punto de vista metodológico, el laboratorio debe organizarse como un entorno de aprendizaje por indagación. Según la National Research Council (2000), la indagación científica implica la combinación de la observación, la experimentación y la argumentación, con un propósito claro: comprender fenómenos naturales mediante la evidencia empírica. Este enfoque, conocido como

Inquiry-Based Science Education (IBSE), se ha consolidado en Europa y América Latina como una estrategia eficaz para mejorar tanto el rendimiento como el interés del alumnado por las ciencias<sup>4</sup>.

Además, las experiencias de laboratorio contribuyen a la orientación vocacional en sentido amplio. En ellas, el alumnado puede descubrir qué aspectos de la ciencia le resultan más atractivos: la observación minuciosa, el diseño de dispositivos, la interpretación de datos o la comunicación de resultados. Esta autoexploración tiene un enorme valor formativo, ya que permite identificar competencias y preferencias personales que pueden orientar futuras decisiones académicas o profesionales.

En el ámbito español, numerosos programas institucionales han incorporado el laboratorio como instrumento de orientación vocacional. Destacó el proyecto “RecerCaixa” en Cataluña, que fomentaba la participación del alumnado de secundaria en investigaciones reales junto a científicos, y el programa “Ciencia en Acción”, impulsado por el CSIC, que promueve la divulgación y experimentación científica en centros educativos. Estas iniciativas muestran que el contacto directo con la práctica científica es un factor decisivo en la elección de estudios universitarios en el ámbito STEM<sup>5</sup>.

Por otra parte, el laboratorio escolar desempeña un papel clave en la igualdad de género. Diversos estudios, como el de UNESCO (2017), han señalado que la participación activa de las alumnas en experiencias experimentales aumenta su autoconfianza y reduce los estereotipos asociados a la ciencia. La Física, históricamente percibida como una disciplina “masculina”, puede convertirse en un espacio de empoderamiento si se promueven roles de liderazgo, experimentación y comunicación científica sin sesgos.

Finalmente, el laboratorio también debe concebirse como un espacio de ética y sostenibilidad. Las prácticas pueden incorporar reflexiones sobre la seguridad, el uso responsable de materiales, la gestión de residuos o el impacto ambiental de la tecnología. Este enfoque promueve una comprensión integral de la ciencia como actividad humana responsable y orientada al bien común.

Como concluye HODSON, la enseñanza experimental debe servir para “formar ciudadanos científicos”, es decir, personas capaces de utilizar el conocimiento para mejorar su entorno y participar en las decisiones colectivas que involucran ciencia y tecnología. Así, el laboratorio no solo forma futuros científicos, sino también ciudadanos comprometidos con una sociedad sostenible, justa y crítica.

## 5. Uso de tecnologías digitales y simulaciones para conectar ciencia y futuro laboral

La incorporación de las tecnologías digitales en la enseñanza de la Física ha transformado profundamente los modos de aprender y de enseñar. La mediación tecnológica no constituye únicamente un recurso instrumental, sino un nuevo entorno epistemológico y cognitivo que redefine la relación del estudiante con el conocimiento científico. En la actualidad, las herramientas digitales no solo facilitan la comprensión de los fenómenos naturales, sino que también actúan como puentes entre el currículo académico y las profesiones emergentes vinculadas a la ciencia, la ingeniería, la informática o la sostenibilidad.

La competencia digital ocupa un lugar central en el marco normativo español y europeo. La Recomendación del Consejo de la Unión Europea (2018) sobre competencias clave para el aprendizaje permanente incluye explícitamente la “competencia digital y tecnológica” como una de las ocho competencias fundamentales que deben adquirirse al término de la educación obligatoria. En consonancia, la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) y el Real Decreto 243/2022 incorporan el uso crítico y creativo de las tecnologías digitales como un elemento transversal en todas las materias, y en particular en las ciencias experimentales, donde se considera indispensable para la exploración, la simulación y la comunicación científica.

Desde un punto de vista pedagógico, la tecnología digital amplía las posibilidades del laboratorio y democratiza el acceso a experiencias científicas. Los laboratorios virtuales y las simulaciones interactivas permiten al alumnado experimentar fenómenos que serían difíciles o imposibles de reproducir en el aula tradicional. Las PhET Interactive Simulations, desarrolladas por la Universidad de Colorado, constituyen un ejemplo paradigmático: ofrecen entornos visuales en los que los estudiantes pueden manipular variables, observar resultados en tiempo real y comprender las relaciones entre magnitudes físicas.

Estas herramientas no sustituyen la experiencia directa, pero la complementan y la enriquecen. La simulación, en tanto modelo digital del mundo físico, permite visualizar lo invisible —campos eléctricos, trayectorias microscópicas, ondas o fuerzas— y desarrollar una comprensión dinámica de los sistemas complejos. Según DE JONG Y VAN JOOLINGEN, las simulaciones favorecen el aprendizaje significativo al permitir al estudiante explorar libremente, formular hipótesis y verificar resultados, generando una forma de indagación virtual que se asemeja a la investigación científica.

Por otra parte, la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de la Física contribuye a la orientación vocacional al conectar los contenidos con

las profesiones del siglo XXI. En la era de la inteligencia artificial, la robótica y el análisis de datos, las competencias digitales son esenciales para casi todos los sectores productivos. La OCDE (2021) ha señalado que la alfabetización digital y el pensamiento computacional son competencias transversales que mejoran la empleabilidad y fomentan la innovación. Por tanto, la enseñanza de la Física debe incorporar el uso de herramientas tecnológicas no solo como medio de aprendizaje, sino también como elemento de orientación profesional.

Entre las aplicaciones más relevantes se encuentran:

a) Simuladores y laboratorios virtuales.

Permiten realizar experimentos de forma segura, repetible y controlada. En Física, pueden utilizarse para explorar conceptos como el movimiento, la energía, la electricidad o la óptica. Las plataformas PhET, Labster o Crocodile Physics son ampliamente utilizadas en educación secundaria y universitaria. Además de mejorar la comprensión conceptual, estas herramientas desarrollan habilidades digitales y de modelización.

b) Realidad aumentada y realidad virtual.

Estas tecnologías emergentes ofrecen experiencias inmersivas que potencian la motivación y el aprendizaje espacial. Según MERCHANT *et al.* la realidad virtual permite a los estudiantes “entrar” literalmente en los fenómenos físicos y manipularlos desde dentro, lo que genera una experiencia de aprendizaje más profunda y emocionalmente significativa.

c) Programación y pensamiento computacional.

El aprendizaje de la programación mediante entornos visuales (como Scratch o Arduino IDE) o textuales (Python) favorece la comprensión de la modelización y del análisis de datos. En el aula de Física, la programación puede utilizarse para simular el movimiento de un proyectil, analizar datos de sensores o automatizar medidas experimentales. Este enfoque aproxima al alumnado al mundo de la ingeniería, la robótica o la investigación científica.

d) Robótica educativa y sensorización.

El uso de kits como Arduino, Lego Mindstorms o Micro:bit permite diseñar proyectos interdisciplinarios que integran física, matemáticas e informática. Por ejemplo, construir un sistema de medición de temperatura, una estación meteorológica o un vehículo autónomo permite aplicar conceptos de energía, cinemática y control electrónico. Como destaca PAPERT en su teoría del constructionism, aprender

haciendo (learning by making) potencia la creatividad y la apropiación personal del conocimiento<sup>6</sup>.

e) Análisis de datos y modelización con herramientas digitales.

El empleo de hojas de cálculo, software de análisis estadístico o entornos de modelización (como Tracker, GeoGebra o Python) introduce al alumnado en la lógica del big data y de la experimentación científica contemporánea. Aprender a interpretar gráficas, ajustar modelos o estimar incertidumbres son competencias que enlazan directamente con profesiones científicas, técnicas y de ingeniería.

El uso de las tecnologías digitales no está exento de desafíos. La alfabetización crítica en el uso de herramientas tecnológicas es esencial para evitar una relación pasiva o meramente instrumental con la tecnología. Como advierte Area y Adell (2009), la educación digital debe centrarse en la comprensión, la creación y la reflexión, no solo en la manipulación técnica<sup>7</sup>. Por ello, la integración de las TIC en la enseñanza de la Física debe orientarse desde un enfoque reflexivo y ético que promueva el pensamiento autónomo y la responsabilidad social.

Las tecnologías digitales también ofrecen una oportunidad para romper estereotipos de género en la ciencia. La investigación de Mujtaba y Reiss (2013) ha mostrado que las alumnas tienden a mostrar mayor interés en la ciencia cuando perciben que la tecnología tiene un impacto social o medioambiental positivo. En consecuencia, vincular las actividades digitales a problemas reales —como el cambio climático, la energía renovable o la movilidad sostenible, puede aumentar la motivación de las estudiantes y favorecer la igualdad de oportunidades<sup>8</sup>.

Finalmente, la interconexión entre la Física y el mundo laboral debe ser explícitamente abordada en la enseñanza. Mostrar cómo los conceptos aprendidos en el aula se aplican en profesiones concretas, ingeniería, medicina, arquitectura, informática, meteorología o aeronáutica, contribuye a dotar de sentido al aprendizaje. La Física proporciona una base conceptual sólida para comprender fenómenos técnicos y naturales, y las tecnologías digitales permiten visualizar esas aplicaciones de manera tangible.

Como subraya Bybee (2013), la educación STEM debe entenderse como un continuum que conecta la escuela con la sociedad, la ciencia con la tecnología, y el conocimiento con la acción. En este sentido, la incorporación de simulaciones, programación y entornos digitales en la enseñanza de la Física no es un mero complemento metodológico, sino una estrategia de orientación vocacional y formación integral que prepara al alumnado para participar activamente en la cultura científica y tecnológica del siglo XXI.

## **6. Experiencias de orientación desde la física: casos prácticos y buenas prácticas**

La investigación educativa reciente ha puesto de manifiesto que la orientación vocacional no debe concebirse como un proceso aislado o externo al currículo, sino como una dimensión integrada del aprendizaje. En la enseñanza de la Física, esta orientación se materializa en actividades que permiten al alumnado experimentar la ciencia, comprender su impacto social y visualizar trayectorias profesionales posibles. Diversos programas nacionales e internacionales demuestran que cuando los estudiantes participan en experiencias auténticas —investigaciones, ferias, mentorías o proyectos colaborativos—, aumenta su interés por las disciplinas científicas y su percepción de autoeficacia.

Según la OECD (2023), el contacto temprano y sostenido con la ciencia práctica y aplicada es uno de los factores más influyentes en la elección de carreras STEM. La exposición a laboratorios, proyectos de investigación o mentores profesionales durante la educación secundaria no solo mejora el rendimiento, sino que también incrementa la probabilidad de que los estudiantes se orienten hacia estudios científicos en la universidad.

### **6.1. Proyectos STEM en colaboración con universidades**

Las alianzas entre instituciones educativas y universidades representan una estrategia altamente eficaz para el fomento de vocaciones científicas. Programas como “Scientix”, impulsado por la European Schoolnet, o el “Proyecto RecerCaixa” en Cataluña, promueven la participación del alumnado de Bachillerato en investigaciones reales dirigidas por científicos. En este tipo de experiencias, los estudiantes no solo aplican conocimientos de Física, sino que se enfrentan a la metodología científica auténtica: la formulación de hipótesis, la toma de datos, el análisis y la comunicación de resultados.

La evaluación de estas iniciativas ha mostrado impactos positivos significativos. De acuerdo con el informe Science Education for Responsible Citizenship de la Comisión Europea (2015), los proyectos de investigación colaborativa aumentan el sentido de pertenencia al mundo científico, fortalecen la autoconfianza y mejoran las habilidades de comunicación académica. En España, programas como “Apadrina la Ciencia” y “Ciencia en Acción”, con la participación del CSIC, han consolidado un modelo de transferencia entre la ciencia profesional y la enseñanza preuniversitaria.

Además, estas experiencias contribuyen a la equidad educativa, ya que permiten que alumnado de diferentes contextos socioeconómicos acceda a recursos, laboratorios y mentores universitarios. Como destacan VILCHES y GIL PÉREZ abrir las puertas de la universidad a los estudiantes de secundaria constituye

una estrategia democratizadora que transforma la percepción social de la ciencia y amplía los horizontes vocacionales.

## **6.2. Programas de mentoría científica**

El acompañamiento personalizado constituye otro pilar fundamental en la orientación científica. Las experiencias de mentoría han mostrado resultados notables en la promoción de vocaciones, especialmente entre las alumnas. Iniciativas como el programa “Mujeres con Ciencia” del Instituto de Astrofísica de Canarias, o “STEM Talent Girl”, impulsado por la Fundación ASTI, ofrecen a las jóvenes la oportunidad de conocer a mujeres científicas y tecnólogas, participar en talleres y recibir orientación profesional.

La literatura especializada (UNESCO, 2017; Blickenstaff, 2005) coincide en que los modelos de referencia, role models, son determinantes en la construcción de la identidad científica. Cuando los estudiantes, y en particular las mujeres, observan ejemplos cercanos de éxito en el ámbito científico, aumenta su motivación y su autoconfianza. Como sostienen LOCKWOOD Y KUNDA, los modelos de referencia contribuyen a reducir la distancia percibida entre el yo presente y el yo posible, reforzando las expectativas de logro.

Además, la mentoría fomenta la orientación personal y profesional desde una perspectiva holística. No se trata solo de transmitir información sobre carreras científicas, sino de compartir experiencias, valores y desafíos. El mentor actúa como guía y facilitador, ayudando al estudiante a identificar sus intereses, planificar sus metas y superar barreras psicológicas o sociales. Este acompañamiento, basado en la confianza y el diálogo, refuerza la autoeficacia y la motivación intrínseca, factores claves en la elección vocacional según la teoría de Bandura (1997).

## **6.3. Ferias científicas y proyectos de divulgación**

Las ferias y exposiciones científicas constituyen otro ámbito de alto potencial para el desarrollo de vocaciones. Su carácter público, creativo y comunicativo permite que el alumnado asuma el rol de divulgador, construya maquetas, presente experimentos o realice demostraciones a distintos públicos. Este tipo de actividades combina el rigor científico con la dimensión social y cultural de la ciencia.

En España, la “Feria Madrid por la Ciencia y la Innovación”, el certamen “Exporecerca Jove” (Barcelona) y las ferias “Ciencia en Acción” y “Naukas Bilbao” constituyen ejemplos consolidados de participación juvenil en la divulgación científica. De acuerdo con los estudios de DOMÉNECH-CASAL, la participación en estos eventos incrementa significativamente la percepción de la ciencia como actividad colaborativa y socialmente relevante, a la vez que mejora las competencias comunicativas y el sentido de pertenencia a la comunidad científica.

Asimismo, las ferias y proyectos de divulgación refuerzan la transversalidad curricular, ya que integran competencias lingüísticas, digitales y artísticas. Elaborar un póster científico, grabar un vídeo explicativo o diseñar un experimento para público infantil requiere no solo conocimiento físico, sino también creatividad, capacidad narrativa y trabajo en equipo.

#### **6.4. Olimpiadas, concursos y experiencias internacionales**

Las olimpiadas científicas, tanto nacionales como internacionales, constituyen un excelente espacio para la excelencia académica y la orientación. La Olimpiada Española de Física, organizada por la Real Sociedad Española de Física, no solo identifica talento, sino que también actúa como motivador colectivo. Participar en estos eventos permite a los estudiantes interactuar con sus pares, conocer universidades y centros de investigación, y reforzar su identidad como futuros científicos.

De manera similar, programas internacionales como “European Union Science Olympiad” (EUSO) o “International Young Physicists’ Tournament” (IYPT) fomentan el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Los estudios de LAVONEN *et al.* (2021) sobre el impacto de estas experiencias muestran que los estudiantes que participan en competiciones científicas desarrollan una motivación sostenida hacia la ciencia, mayor autoconfianza y compromiso con su formación.

#### **6.5. Impacto y evaluación de las buenas prácticas**

Evaluar el impacto de las experiencias de orientación vocacional en la enseñanza de la Física exige considerar tanto indicadores cuantitativos (participación, rendimiento, continuidad de estudios) como cualitativos (motivación, actitudes, autopercepción). La OCDE (2021) y la European Schoolnet (2022) recomiendan aplicar metodologías mixtas de evaluación, combinando encuestas, entrevistas y análisis de desempeño.

En el caso español, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) ha desarrollado modelos de evaluación de impacto para programas de fomento de vocaciones STEM, basados en el seguimiento longitudinal de los participantes. Los resultados muestran que las actividades de mentoría, divulgación y proyectos de investigación incrementan significativamente la probabilidad de que el alumnado elija estudios científicos o tecnológicos<sup>8</sup>.

El éxito de estas prácticas depende, en última instancia, de la coherencia entre las experiencias extracurriculares y el currículo formal. Cuando las actividades vocacionales se integran de manera orgánica en la enseñanza de la Física —a través de proyectos, laboratorios o simulaciones—, su impacto es mayor y más duradero.



Como señala Bybee (2013), la educación científica efectiva es aquella que vincula la comprensión conceptual con la acción y el compromiso social.

## **7. Evaluación formativa y orientación vocacional en física**

La evaluación en la enseñanza de la Física no debe concebirse únicamente como un mecanismo de medición del rendimiento académico, sino como una herramienta formativa, orientadora y reguladora del aprendizaje. En el contexto de la educación científica contemporánea, evaluar implica comprender los procesos mediante los cuales el alumnado construye conocimiento, desarrolla competencias y configura su identidad como aprendiz y, potencialmente, como futuro profesional de la ciencia.

### **7.1. De la evaluación del aprendizaje a la evaluación para el aprendizaje**

El giro paradigmático de la evaluación ha sido ampliamente estudiado en la literatura pedagógica. Mientras la evaluación del aprendizaje (assessment of learning) se centra en los resultados finales —calificaciones o pruebas estandarizadas—, la evaluación para el aprendizaje (assessment for learning) busca retroalimentar el proceso, identificar dificultades y orientar al estudiante en su propio desarrollo. Este enfoque, impulsado por autores como BLACK Y WILIAM, concibe la evaluación como una práctica formativa, continua y participativa, que proporciona información relevante tanto al profesorado como al alumnado.

En la enseñanza de la Física, esta concepción resulta especialmente pertinente. El aprendizaje científico se caracteriza por la progresiva construcción de modelos mentales y la superación de concepciones erróneas profundamente arraigadas. Por ello, la evaluación debe servir para hacer visibles los procesos de pensamiento, no solo los resultados finales. Según SANMARTÍ, evaluar en ciencias significa ayudar a los estudiantes a tomar conciencia de cómo aprenden, qué estrategias utilizan y cómo pueden mejorar su comprensión de los fenómenos físicos.

La LOMLOE (2020) y el Real Decreto 243/2022 incorporan este enfoque al establecer que la evaluación en el Bachillerato debe basarse en criterios competenciales, integrando conocimientos, destrezas, actitudes y valores. De este modo, la evaluación se convierte en un instrumento de desarrollo integral, orientado tanto a la mejora del aprendizaje como a la orientación personal y profesional.

### **7.2. Evaluación y desarrollo de la autoeficacia científica**

La autoeficacia, entendida como la creencia del individuo en su capacidad para ejecutar con éxito una tarea (Bandura, 1997), tiene una relación directa con el rendimiento y la elección vocacional. En el ámbito científico, los estudiantes que confían en su habilidad para resolver problemas, interpretar datos o realizar experimentos son más propensos a continuar estudios en Física o carreras afines.

Una evaluación formativa y orientadora contribuye a fortalecer la autoeficacia mediante retroalimentaciones constructivas, centradas en el progreso y no en la comparación. Los comentarios cualitativos, las rúbricas detalladas y las entrevistas de seguimiento permiten que el estudiante reconozca sus logros y entienda que el error es parte del aprendizaje científico. Como subrayan SADLER y BROOKHART, la retroalimentación efectiva no se limita a señalar lo incorrecto, sino que orienta hacia la mejora y refuerza la motivación intrínseca.

En este sentido, el docente actúa como mediador del aprendizaje, ayudando al alumnado a interpretar los resultados de la evaluación y a establecer metas personales. El proceso evaluativo se convierte así en una experiencia de autoconocimiento que fomenta la autorregulación y el pensamiento crítico, competencias esenciales tanto para la ciencia como para la vida profesional.

### **7.3. Instrumentos de evaluación orientadora en Física**

La literatura educativa ofrece múltiples herramientas que permiten articular una evaluación formativa coherente con los principios de la orientación vocacional. Entre ellas destacan:

a) Portafolios científicos.

El portafolio permite recopilar evidencias del aprendizaje (informes de laboratorio, reflexiones, proyectos, simulaciones) y facilita la autoevaluación continua. Según SANMARTÍ, constituye un instrumento idóneo para valorar no solo los conocimientos, sino la evolución del pensamiento y las actitudes hacia la ciencia.

b) Rúbricas competenciales.

Las rúbricas permiten objetivar criterios de evaluación, transparentar expectativas y proporcionar retroalimentación precisa. En Física, pueden aplicarse a la resolución de problemas, la argumentación científica o la comunicación de resultados. BROOKHART señala que las rúbricas bien diseñadas incrementan la coherencia y la equidad evaluativa.

c) Autoevaluación y coevaluación.

Estas estrategias fomentan la reflexión crítica y la conciencia de las propias fortalezas y debilidades. Permiten que el alumnado asuma un rol activo en su proceso de aprendizaje, reforzando su autonomía y su sentido de competencia.

d) Evaluaciones de desempeño.

Implican tareas auténticas que exigen aplicar conocimientos a contextos reales: experimentos, proyectos o simulaciones. Según WIGGINS, estas

evaluaciones promueven una comprensión profunda y contextualizada del conocimiento científico.

#### **7.4. Evaluación, motivación y orientación vocacional**

La evaluación también desempeña un papel decisivo en la orientación vocacional, al influir en la percepción que los estudiantes tienen de sus capacidades y de la utilidad del aprendizaje. Las experiencias evaluativas positivas —aquellas que refuerzan la confianza, el interés y la relevancia del contenido— aumentan la probabilidad de que el alumnado se sienta identificado con la ciencia. Por el contrario, una evaluación sancionadora o meramente calificadora puede generar ansiedad, rechazo y desafección.

La investigación de OSBORNE Y DILLON demostró que las actitudes hacia la ciencia se configuran en gran medida a partir de la experiencia escolar, siendo la evaluación uno de los factores más influyentes. Una práctica evaluativa que valore la creatividad, la colaboración y la argumentación científica contribuye a construir una visión positiva de la ciencia como actividad humana, abierta y participativa.

En el ámbito vocacional, la evaluación puede incluir componentes reflexivos orientados al autodescubrimiento. Preguntas como “¿Qué tipo de tareas disfruto más?”, “¿Qué dificultades me resultan más estimulantes?” o “¿Qué aspectos de la Física encuentro más significativos?” ayudan al alumnado a identificar sus intereses y afinidades. De esta forma, la evaluación deja de ser un fin en sí misma para convertirse en un instrumento de orientación personal y profesional.

#### **7.5. Evaluación inclusiva y perspectiva de equidad**

Una evaluación orientadora también debe ser inclusiva, garantizando que todos los estudiantes, independientemente de su género, origen o capacidades, puedan demostrar sus competencias. Las políticas educativas actuales subrayan la necesidad de aplicar medidas de flexibilización y adaptación metodológica en el Bachillerato (LOMLOE, 2020).

Diversos estudios (UNESCO, 2017; OCDE, 2022) destacan que las alumnas tienden a subestimar su rendimiento en ciencias y tecnología, lo que repercute negativamente en su autoeficacia y en su interés por carreras STEM. En consecuencia, la evaluación debe promover un clima emocional positivo, reconocer los logros de todos los perfiles y ofrecer oportunidades de éxito diversificadas.

Como señala BLACK, la equidad en la evaluación científica no se limita a dar las mismas oportunidades, sino a reconocer la diversidad de formas de aprender y de expresar la comprensión. Evaluar con justicia es también una forma de orientar con equidad.

## 8. Igualdad, inclusión y perspectiva de género en la orientación científica

La construcción de vocaciones científicas en el Bachillerato no puede abordarse sin una reflexión profunda sobre la igualdad de oportunidades, la inclusión educativa y la perspectiva de género. En el ámbito de la enseñanza de la Física, estos principios resultan especialmente relevantes, dado que la disciplina ha estado históricamente asociada a estereotipos de género, a la infrarrepresentación de las mujeres en las profesiones STEM y a la exclusión implícita de determinados colectivos con menor capital cultural o científico.

La educación científica inclusiva no se limita a garantizar el acceso a los contenidos, sino que persigue la participación plena, significativa y valorada de todo el alumnado. En este sentido, la orientación vocacional debe contemplarse como una práctica educativa con potencial transformador: puede reproducir desigualdades, pero también puede corregirlas y revertirlas si se basa en principios de equidad, justicia y reconocimiento.

### 8.1. Brecha de género y estereotipos en la Física

La baja participación femenina en las disciplinas STEM constituye un fenómeno global y persistente. Según el informe UNESCO (2017) *Cracking the Code*, las mujeres representan menos del 30% del total de investigadores en el mundo y su presencia en áreas como la física, la ingeniería y la informática es particularmente reducida. En España, los datos del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2023) confirman esta tendencia: solo el 23% del alumnado matriculado en grados de Física e Ingeniería corresponde a mujeres.

Las causas de esta brecha son múltiples y complejas. La literatura educativa y sociológica coincide en señalar la influencia de los estereotipos de género, la falta de modelos de referencia femeninos, la escasa confianza en las propias capacidades y la percepción de la ciencia como un campo competitivo o masculinizado. BLICKENSTAFF describe este fenómeno como la “tubería con fugas” (*leaky pipeline*), una metáfora que ilustra cómo las mujeres abandonan progresivamente las trayectorias científicas en cada etapa educativa debido a la falta de apoyo, visibilidad y reconocimiento.

Estos estereotipos se consolidan desde la infancia y se refuerzan en el aula cuando los materiales, ejemplos o referencias científicas invisibilizan la contribución de las mujeres. Según ARCHER *et al.*, la identidad científica se construye en la intersección entre el autoconcepto, las expectativas familiares y las narrativas escolares, de modo que la ausencia de referentes femeninos limita la identificación del alumnado con la cultura científica.

En consecuencia, promover la igualdad en la enseñanza de la Física exige actuar en varios niveles: la representación simbólica (incluir referentes femeninos y diversos en los contenidos), la interacción pedagógica (fomentar la participación equitativa y el liderazgo compartido) y la orientación vocacional (romper prejuicios sobre la dificultad o la “masculinidad” de la ciencia).

## **8.2. Estrategias inclusivas para el aula de Física**

Una enseñanza de la Física con perspectiva de género e inclusión requiere transformar tanto las prácticas metodológicas como la cultura evaluativa. La LOMLOE (2020) establece entre los fines del sistema educativo “la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, y la prevención de la violencia de género”, lo que implica integrar estos principios en todas las áreas del currículo.

Entre las estrategias más eficaces se encuentran:

- a) Visibilización de referentes femeninos y científicos diversos.

Incorporar en el aula biografías y aportaciones de mujeres científicas (Marie Curie, Chien-Shiung Wu, Vera Rubin, Lise Meitner, Rosalind Franklin) y de investigadores de contextos culturales diversos permite ofrecer modelos positivos y contrarrestar la percepción de la ciencia como actividad masculina o elitista. Según MCCULLOUGH, la exposición a modelos femeninos incrementa significativamente el interés de las alumnas por la Física y la Ingeniería.

- b) Lenguaje y ejemplos inclusivos.

El lenguaje docente tiene un poder configurador en la representación mental del alumnado. Utilizar expresiones inclusivas, ejemplos de la vida cotidiana y contextos culturalmente relevantes contribuye a generar identificación. La investigación de CECI y WILLIAMS subraya que las barreras culturales y psicológicas pesan más que las diferencias de rendimiento en la persistencia de la brecha STEM.

- c) Aprendizaje cooperativo y roles rotatorios.

Fomentar equipos mixtos donde se valoren distintas habilidades —experimentación, liderazgo, comunicación, análisis— ayuda a que todos los estudiantes participen de manera equitativa. El aprendizaje cooperativo permite desmontar jerarquías y promover la corresponsabilidad en el trabajo científico.

- d) Tutoría y orientación personalizada.

El acompañamiento individual es esencial para detectar talentos y orientar trayectorias. Las tutorías vocacionales con perspectiva de género deben centrarse en reforzar la autoconfianza, ofrecer información sobre oportunidades académicas y profesionales, y visibilizar salidas laborales diversas.

e) Evaluación inclusiva.

Diseñar instrumentos de evaluación que valoren tanto el conocimiento conceptual como las habilidades comunicativas, creativas o procedimentales permite reconocer el talento en todas sus formas. Como señala BLACK (2015), la equidad en la evaluación científica requiere diversificar los modos de demostrar la comprensión y de expresar el pensamiento científico.

### **8.3. Inclusión social y diversidad cultural en la orientación científica**

La igualdad en la orientación científica no se limita a la cuestión de género. La diversidad cultural, las condiciones socioeconómicas y las necesidades educativas específicas también influyen en el acceso y la permanencia en los itinerarios científicos.

De acuerdo con el informe PISA 2022, la brecha en rendimiento y en aspiraciones STEM entre estudiantes de distinto nivel socioeconómico sigue siendo considerable. Los alumnos procedentes de familias con menor capital educativo suelen tener menos oportunidades de contacto con la ciencia fuera del aula, menos referentes profesionales y menos confianza en sus capacidades. Esta desigualdad estructural se traduce en una infrarrepresentación de ciertos grupos en carreras científicas y tecnológicas.

La inclusión científica implica, por tanto, ofrecer oportunidades de participación real a todo el alumnado. Actividades como ferias escolares, proyectos intercentros o programas de divulgación permiten crear espacios donde la ciencia se percibe como una actividad colectiva, abierta y transformadora. Como sostienen VILCHES y GIL PÉREZ (2010), la educación científica debe servir para “formar ciudadanos críticos y comprometidos con la sostenibilidad y la justicia social”, superando las barreras que excluyen o marginan a determinados grupos.

Asimismo, el enfoque intercultural en la enseñanza de la Física permite reconocer la contribución de distintas culturas a la ciencia y romper con la visión eurocéntrica del conocimiento. Este reconocimiento no solo enriquece el currículo, sino que refuerza el sentido de pertenencia del alumnado diverso.

#### **8.4. Políticas y programas de equidad en la educación científica**

A nivel internacional, la UNESCO y la OCDE han promovido diversas iniciativas para reducir la brecha de género y fomentar la inclusión en la educación STEM. Programas como “STEM and Gender Advancement” (SAGA) o “Education 2030 Framework for Action” insisten en la necesidad de políticas educativas integradas que combinen acciones curriculares, formación docente y mentoría.

En el ámbito español, destacan los programas “Mujer e Ingeniería” (Real Academia de Ingeniería), “STEM Talent Girl”, “Inspira STEAM” (Universidad de Deusto) y “Girls4STEM” (Universitat de València), todos ellos orientados a fomentar el interés de las jóvenes por la ciencia y la tecnología a través de la mentoría, la divulgación y el contacto directo con profesionales del sector. La evaluación de impacto de estas iniciativas (FECYT, 2023) ha evidenciado mejoras significativas en la percepción de competencia científica, la autoconfianza y la identificación vocacional de las participantes.

Estas políticas muestran que la equidad no se logra mediante intervenciones puntuales, sino a través de un enfoque sistémico y sostenido, que integre la igualdad de género y la inclusión en todas las dimensiones de la enseñanza de la Física: currículo, metodologías, evaluación y orientación.

#### **8.5. Perspectiva ética y compromiso social del profesorado**

Finalmente, la construcción de una cultura científica inclusiva requiere un profesorado con conciencia ética y compromiso social. Como señala HODSON la educación científica no puede limitarse a transmitir conocimientos, sino que debe formar “ciudadanos científicos” capaces de participar críticamente en la sociedad. El docente, por tanto, no es solo un transmisor de saberes, sino un agente de cambio que promueve valores de justicia, igualdad y sostenibilidad.

En el aula de Física, esta dimensión ética se traduce en prácticas concretas: promover la participación equitativa, evitar sesgos inconscientes, escuchar activamente las voces diversas y generar un clima de respeto y confianza. Solo así es posible transformar la enseñanza en una experiencia emancipadora que inspire a todas las personas, independientemente de su género o condición, a formar parte del futuro científico y tecnológico.

Ahora bien, esta ética educativa puede enriquecerse desde una perspectiva tomista, que concibe el conocimiento como un camino hacia la verdad y, en consecuencia, hacia el bien. Para Santo Tomás de Aquino, toda forma de saber debe orientarse al servicio del ser humano y del orden racional del universo, en el que la ciencia participa como expresión del entendimiento humano en busca del verum y del bonum. Desde esta concepción, la Física no se reduce a una disciplina instrumental o utilitaria, sino que se convierte en una vía de acceso a

la comprensión racional de la creación y a la contemplación del orden natural que refleja la inteligencia divina.

Aplicada al aula contemporánea, esta visión implica reconocer que la formación científica tiene una finalidad moral y teleológica, es decir, que su valor no reside solo en la capacidad de producir resultados técnicos o económicos, sino en su contribución al desarrollo integral de la persona. El estudio de la naturaleza adquiere sentido cuando fomenta virtudes intelectuales como la prudencia, la humildad ante la verdad, la perseverancia en la búsqueda del conocimiento y el respeto por el orden de las cosas.

De este modo, la enseñanza de la Física puede concebirse como una experiencia ética y sapiencial, donde el descubrimiento de las leyes naturales se acompaña de una educación de la inteligencia y del carácter. En la tradición tomista, conocer equivale a perfeccionarse: el entendimiento humano se ennoblece al captar racionalmente la estructura del mundo, y ese mismo acto de conocimiento orienta la acción hacia el bien común.

Incorporar esta perspectiva en la práctica educativa significa, en última instancia, reconciliar ciencia y virtud, conocimiento y ética, razón y fe. Una educación científica inspirada en este ideal no solo forma técnicos competentes, sino también ciudadanos conscientes de la responsabilidad moral que comporta el uso del saber.

#### **Conclusión del capítulo 4**

El conjunto de evidencias y argumentos presentados a lo largo de este capítulo permite afirmar que el fomento de las vocaciones científicas no depende de una única medida ni de un recurso aislado, sino de la articulación coherente de un ecosistema pedagógico en el que convergen fundamentos psicológicos y socioculturales, metodologías activas, evaluación formativa, experiencias auténticas de ciencia, uso crítico de tecnologías digitales y una perspectiva indeclinable de equidad e inclusión. En ese ecosistema, la Física ocupa un lugar estratégico: su potencia explicativa, su vocación experimental y su capacidad para conectar teoría, práctica y sentido social la convierten en un disparador privilegiado de curiosidad, autoconfianza y proyecto vital. Desde el marco teórico (Ausubel; Vygotsky; Deci y Ryan; Bandura), sabemos que el interés por la ciencia crece cuando el aprendizaje es significativo, socialmente mediado, emocionalmente relevante y sostenido por experiencias de autoeficacia. La didáctica de la ciencia (Gil Pérez; Hodson; Bybee) añade que comprender la naturaleza del conocimiento científico, histórico, revisable y argumentado es condición para valorar su papel cultural y su responsabilidad ética. Integrar estas claves en el aula de Física no es un adorno intelectual: es el



fundamento que transforma el estudio de leyes y modelos en experiencia formativa, capaz de orientar y de abrir horizontes.

En el plano metodológico, el capítulo ha mostrado que la indagación, el aprendizaje por proyectos y la experimentación no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que conforman la gramática cotidiana de la vocación: preguntar, hipotetizar, probar, discutir, comunicar. El laboratorio, presencial y virtual, concebido como espacio seguro de prueba y error, favorece el tránsito desde la demostración guiada hasta la investigación abierta; en ese trayecto, el alumnado descubre afinidades, fortalece su autoconcepto científico y vislumbra posibilidades profesionales verosímiles. La tecnología digital, por su parte, amplía el alcance de la experiencia, simulaciones, sensorización, programación, análisis de datos y conecta explícitamente el currículo con los lenguajes del trabajo científico contemporáneo, siempre que se integre con criterio pedagógico y se acompañe de alfabetización crítica. Las experiencias de orientación que vinculan escuela, universidad y comunidad científica, proyectos colaborativos, mentorías, ferias, olimpiadas, actúan como aceleradores de sentido: acercan referentes, legitiman aspiraciones y crean pertenencia. Su impacto, sin embargo, es mayor cuando se cosen al currículo y se evalúan con indicadores mixtos, evitando que queden en acciones puntuales sin continuidad. De igual modo, la evaluación para el aprendizaje (Black y Wiliam; Sanmartí) se revela como palanca de motivación y autorregulación: cuando la retroalimentación es clara, justa y orientada a la mejora, la autoeficacia crece, disminuye la ansiedad y se consolida la disposición a perseverar en trayectorias STEM. Todo ello exige una mirada de equidad sostenida: las vocaciones no florecen en el vacío, sino en contextos que reconocen la diversidad y combaten activamente los sesgos. La perspectiva de género (UNESCO, 2017) y la atención a la diversidad sociocultural no son anexos, sino condiciones de posibilidad para que el talento, frecuentemente invisibilizado, llegue a desplegarse. Visibilizar referentes, diversificar roles y formas de éxito, ajustar lenguajes, evaluar con inclusión y abrir la escuela a las familias y a la comunidad son decisiones que redistribuyen oportunidades y, con ellas, proyectos de vida. Finalmente, la dimensión ética de la educación científica, también en la clave sapiencial evocada en la tradición tomista, recuerda que conocer es un acto orientado al bien: formar en Física no es solo capacitar técnicamente, sino educar la inteligencia y el carácter para poner el saber al servicio de las personas y del planeta. En tiempos de aceleración tecnológica, esta brújula ética es la condición para que la orientación vocacional sea, a la vez, personalmente significativa y socialmente responsable. En síntesis, este capítulo sostiene que fomentar vocaciones científicas implica construir, desde la Física, un itinerario educativo que una comprensión profunda con emoción cognitiva, práctica experimental con reflexión crítica, tecnología con juicio ético y evaluación con crecimiento personal. Cuando estos hilos se entrelazan en la vida real del aula,

la ciencia deja de ser un territorio ajeno y se convierte en una promesa creíble de futuro: un horizonte en el que más estudiantes y, de forma muy particular, más alumnas y jóvenes de contextos infrarrepresentados, puedan decir con fundamento y esperanza: “este mundo también es para mí”.

## CAPÍTULO 5. LA ORIENTACIÓN HACIA LAS CARRERAS UNIVERSITARIAS STEM

### Introducción

La elección de una carrera universitaria constituye uno de los momentos decisivos en la biografía académica y personal de los jóvenes. En ella confluyen no solo factores cognitivos y vocacionales, sino también condicionantes sociales, económicos, familiares y culturales que influyen de forma directa o indirecta en la decisión final. En el caso de las disciplinas científicas y tecnológicas, esta elección reviste una especial complejidad, pues requiere combinar la atracción por el conocimiento abstracto con una percepción adecuada de las oportunidades reales de desarrollo profesional.

El sistema educativo español ha reconocido la importancia de la orientación vocacional como un proceso continuo y no meramente informativo. Las directrices establecidas en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006 de Educación (LOMLOE), enfatizan que la orientación debe acompañar al alumnado en todas las etapas del proceso formativo, ayudándole a identificar sus intereses, competencias y expectativas vitales. Esta concepción integral de la orientación es esencial en el tránsito hacia las carreras universitarias de ciencias, donde la motivación y la autoconfianza resultan determinantes para la persistencia en los estudios.

Numerosos estudios subrayan la necesidad de replantear las estrategias de orientación hacia las ciencias en el Bachillerato. El déficit de vocaciones científicas, especialmente en ramas como la Física o la Matemática, ha sido identificado como un problema estructural que afecta a la competitividad y al desarrollo tecnológico del país. En este contexto, el papel del profesorado de ciencias y, en particular, de

Física, adquiere una relevancia capital, no solo como transmisor de conocimiento, sino como agente orientador que puede despertar la curiosidad científica y favorecer la toma de decisiones informada.

La Física, por su carácter transversal y fundacional, constituye una materia que conecta directamente con la estructura conceptual de la ciencia moderna y con los fundamentos de numerosas profesiones técnicas y biomédicas. Desde la comprensión del movimiento de los cuerpos hasta el funcionamiento de los sistemas eléctricos o los procesos energéticos, la Física ofrece una visión unificadora del mundo natural que permite al estudiante intuir la riqueza y diversidad de los campos de aplicación científica. Su enseñanza en el Bachillerato, por tanto, no debe limitarse al desarrollo de contenidos teóricos, sino que ha de concebirse como un espacio de descubrimiento vocacional y de contacto con la cultura científica.

La orientación hacia carreras científicas exige una mirada interdisciplinar que supere los límites de la información académica y que integre aspectos personales, emocionales y contextuales. En este sentido, la intervención de los departamentos de orientación y de los docentes de ciencias ha de ser coordinada y continua, asegurando que el alumnado disponga de referentes, experiencias prácticas y oportunidades de exploración que consoliden su interés y su autoconcepto científico.

## **1. Panorama actual de los estudios científicos y tecnológicos en España**

### **1.1. Evolución histórica y tendencias recientes**

El sistema universitario español ha experimentado en las últimas décadas una notable diversificación de su oferta académica en el ámbito de las ciencias y la tecnología. La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la adaptación al sistema de grados y másteres impulsaron una reorganización de los estudios científicos, que hoy abarcan áreas tan diversas como la Física, la Química, la Biología, la Geología, las Matemáticas, la Ingeniería, la Arquitectura, las Ciencias Ambientales, la Informática o la Medicina.

Sin embargo, los datos estadísticos revelan una evolución desigual entre las distintas ramas. Mientras las ingenierías y los estudios vinculados a las ciencias de la salud han incrementado significativamente su demanda, las carreras de ciencias puras han registrado un descenso paulatino en las matrículas. Según el informe Datos y cifras del sistema universitario español del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2023), solo el 5 % del total de estudiantes universitarios cursa titulaciones de ciencias puras, frente al 17 % que se matricula en ingenierías o arquitectura y al 15 % en ciencias de la salud.

Este fenómeno no es exclusivo de España. A nivel europeo, la Comisión Europea y la OCDE han alertado de una “crisis de vocaciones STEM” que afecta a la

sostenibilidad del desarrollo tecnológico y a la disponibilidad de talento científico. La explicación es multifactorial: percepción de dificultad, desconocimiento de las salidas profesionales, falta de referentes sociales o insuficiente orientación durante la etapa preuniversitaria.

Asimismo, los cambios en el mercado laboral y la rápida evolución de la tecnología digital han transformado los perfiles profesionales demandados. Las competencias científicas tradicionales, centradas en la experimentación o el cálculo, se complementan hoy con habilidades transversales como el pensamiento computacional, la resolución de problemas complejos, la comunicación científica y la colaboración interdisciplinar.

En consecuencia, la orientación hacia carreras científicas debe actualizar su enfoque, mostrando al alumnado la versatilidad de la formación científica y su aplicabilidad en contextos emergentes como la inteligencia artificial, la sostenibilidad ambiental, la biotecnología o la ingeniería energética.

## **1.2. Distribución por áreas STEM y análisis de género**

El conjunto de titulaciones STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) representa aproximadamente una cuarta parte del total de las matriculas universitarias en España. No obstante, dentro de este grupo se observa una marcada disparidad por género. Las mujeres suponen menos del 30 % del alumnado en Ingeniería y Arquitectura, y alrededor del 35 % en Física e Informática, aunque superan el 60 % en titulaciones de ciencias de la salud y biológicas.

Esta distribución refleja la persistencia de patrones socioculturales que asocian la ciencia aplicada y la tecnología con la masculinidad, y las ciencias de la vida y la salud con lo femenino. El informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) destaca que estos estereotipos se refuerzan desde edades tempranas y que la orientación educativa, en muchos casos, no logra contrarrestar dichas influencias.

Las causas de la infrarrepresentación femenina en las carreras científicas han sido ampliamente estudiadas. Entre ellas destacan la falta de modelos femeninos visibles en los medios de comunicación y en los materiales didácticos, la ausencia de acompañamiento vocacional individualizado, y la escasa percepción de conciliación entre la carrera científica y la vida personal. A ello se suma el impacto del autoconcepto académico: numerosas investigaciones muestran que las chicas, a pesar de obtener rendimientos iguales o superiores en matemáticas y ciencias, tienden a infravalorar su competencia en estas materias.

La brecha de género en las vocaciones STEM constituye, por tanto, un desafío estructural que requiere respuestas educativas, institucionales y sociales coordinadas. Promover la igualdad en el acceso a la ciencia no solo es un objetivo

de equidad, sino una condición de excelencia, ya que la diversidad de perspectivas favorece la innovación y la creatividad científica.

### **1.3. Políticas públicas de fomento de vocaciones científicas**

En la última década, diversas instituciones españolas y europeas han impulsado programas para estimular las vocaciones científicas desde la educación secundaria. El Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021–2027 incluye entre sus objetivos estratégicos el fortalecimiento de la cultura científica y la promoción de la educación STEM. A nivel autonómico, comunidades como Cataluña, Andalucía o la Comunidad de Madrid han desarrollado planes específicos de fomento de la ciencia en las escuelas, con la colaboración de universidades y centros de investigación.

Entre las iniciativas más destacadas se encuentran los programas Científicas en prácticas (Andalucía), Explora Ciencia (Madrid) o RecerCaixa (Cataluña), que combinan talleres experimentales, visitas a laboratorios y mentorías con investigadoras e investigadores universitarios. Estas experiencias han mostrado un impacto positivo en la motivación y en la percepción de la ciencia como opción profesional viable.

No obstante, los expertos subrayan que los programas puntuales deben integrarse en estrategias educativas de largo plazo, articuladas con los currículos oficiales y con una evaluación sistemática de resultados. La orientación científica requiere continuidad, coherencia y apoyo institucional estable.

## **2. Puentes entre Bachillerato y Universidad: coordinación y transición**

### **2.1. Desafíos de la transición educativa**

El paso del Bachillerato a la Universidad constituye una de las transiciones más complejas del itinerario educativo. Supone un cambio sustancial en los métodos de enseñanza, la autonomía del aprendizaje y la responsabilidad del estudiante. En el ámbito científico, la adaptación inicial suele verse dificultada por la densidad conceptual de los contenidos, el rigor matemático y la escasa conexión percibida entre la enseñanza escolar y la investigación universitaria.

La orientación desempeña aquí un papel fundamental para reducir la incertidumbre y facilitar la integración académica. Los estudios sobre abandono universitario en los primeros cursos revelan que un porcentaje significativo de los casos se relaciona con una elección vocacional poco informada o con expectativas inadecuadas respecto al grado elegido. Por ello, la orientación previa al ingreso universitario no debe limitarse a la información sobre notas de corte o planes de estudio, sino que ha de ayudar al alumnado a reflexionar sobre sus motivaciones, aptitudes y metas personales.

La investigación educativa coincide en que la transición entre etapas es más exitosa cuando el alumnado percibe continuidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, las metodologías activas en el Bachillerato — aprendizaje por proyectos, indagación guiada o resolución de problemas— pueden constituir una excelente preparación para el aprendizaje universitario, siempre que se acompañen de una tutoría eficaz y de experiencias de contacto con el entorno académico superior.

## **2.2. Modelos de coordinación institucional**

La coordinación entre centros de secundaria y universidades constituye un elemento clave para garantizar la continuidad formativa. En numerosos países europeos se han desarrollado programas de school-university partnership, orientados a crear espacios de colaboración pedagógica entre docentes de ambos niveles. En España, aunque existen experiencias exitosas, la coordinación aún es limitada y depende en gran medida de iniciativas locales.

Algunos modelos proponen la creación de redes educativas mixtas en las que el profesorado de Bachillerato y los departamentos universitarios compartan actividades de formación, materiales y evaluación. Esta cooperación permite ajustar expectativas, revisar contenidos y generar una visión compartida de las competencias científicas. El informe de la CRUE destaca que las universidades que mantienen convenios estables con centros de secundaria presentan menores tasas de abandono en los primeros cursos y mayor satisfacción estudiantil.

Además, la colaboración puede concretarse en actividades específicas:

- Jornadas de orientación universitaria con participación de docentes y estudiantes universitarios.
- Visitas a facultades, laboratorios y centros de investigación.
- Programas de prácticas científicas o estancias breves.
- Tutorías personalizadas de orientación conjunta.

Estas acciones, además de informar, ofrecen experiencias significativas que ayudan al alumnado a visualizar su futuro académico de manera más realista y motivadora.

## **2.3. Buenas prácticas y experiencias de orientación**

Entre las experiencias más reconocidas en el contexto español destaca el programa Física en la Universidad de la Universidad Complutense de Madrid, que permite a estudiantes de Bachillerato asistir a clases y prácticas en los laboratorios universitarios durante varios días. Este tipo de iniciativas favorece el contacto

directo con la realidad científica y permite derribar prejuicios sobre la dificultad o inaccesibilidad de los estudios superiores.

También resultan significativos los programas de mentoría entre estudiantes universitarios y de secundaria, desarrollados por universidades como la de Sevilla o la Politécnica de Valencia, donde futuros físicos e ingenieros orientan a alumnos de segundo de Bachillerato en la preparación de proyectos científicos. Estas prácticas fortalecen la autoestima académica y la percepción de pertenencia a la comunidad científica.

La evidencia empírica demuestra que las actividades de orientación que implican participación, talleres experimentales, resolución de casos reales, contacto con profesionales, son mucho más eficaces que las meramente informativas. La orientación se convierte, así, en un proceso experiencial que vincula emoción y conocimiento, y que contribuye a la toma de decisiones responsables.

### **3. La Física como guía hacia la Ingeniería, la Medicina, la Biología o la Astronomía**

#### **3.1. El valor epistemológico de la Física en la formación científica**

La Física ocupa un lugar central en la estructura del conocimiento científico. No solo constituye una de las ciencias fundamentales, sino que proporciona el marco teórico sobre el que se apoyan la mayoría de las disciplinas tecnológicas y experimentales. Desde la antigüedad, el pensamiento físico ha impulsado las grandes transformaciones conceptuales de la ciencia: la geometrización del espacio y el tiempo, la cuantificación de la energía, la modelización matemática de los fenómenos naturales o la comprensión probabilística de la materia.

La relevancia epistemológica de la Física radica en su capacidad de unificar y explicar la diversidad de los fenómenos naturales a través de principios generales. Su estudio favorece el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, como el razonamiento lógico, la abstracción y la capacidad de modelización, todas ellas esenciales para la comprensión del mundo y para la resolución de problemas complejos.

Desde el punto de vista educativo, la Física representa una oportunidad privilegiada para promover el pensamiento científico y la comprensión profunda de la naturaleza de la ciencia (Nature of Science, NOS). La enseñanza de la Física puede y debe ir más allá del dominio instrumental de fórmulas o procedimientos; ha de orientarse a la comprensión de cómo se construye el conocimiento, de qué manera se contrastan las hipótesis y cómo la ciencia evoluciona históricamente mediante la revisión crítica y la evidencia empírica.



La presencia de la Física en el Bachillerato, en consecuencia, no solo tiene un valor propedéutico respecto de los estudios universitarios, sino también formativo en sentido amplio. Constituye un pilar de la alfabetización científica, entendida como la capacidad de interpretar la realidad desde categorías racionales y de participar críticamente en los debates tecnológicos contemporáneos: energía, cambio climático, inteligencia artificial o exploración espacial.

### **3.2. Conexiones disciplinares y orientación vocacional**

La Física constituye un punto de intersección entre múltiples áreas del conocimiento, lo que la convierte en una herramienta de orientación hacia diversas trayectorias universitarias. Su estudio en el Bachillerato permite al alumnado descubrir vínculos conceptuales y metodológicos con otras ciencias y profesiones, proporcionando una visión integrada del conocimiento.

En el ámbito de la Ingeniería, los principios físicos sustentan prácticamente todos los procesos tecnológicos. La mecánica clásica y la termodinámica explican el funcionamiento de motores y estructuras; el electromagnetismo da soporte a las telecomunicaciones y la electrónica; la óptica y la acústica fundamentan el diseño de sistemas de imagen y sonido; la física de materiales alimenta los avances en nanotecnología y robótica. Comprender estos principios en el Bachillerato ofrece al estudiante una base sólida para decidir su orientación hacia alguna de las múltiples ramas de la ingeniería (industrial, eléctrica, informática, civil o aeroespacial).

En Medicina y Ciencias de la Salud, la Física desempeña un papel esencial en el diagnóstico y la terapéutica moderna. Desde las técnicas de imagen —radiografía, tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear o ultrasonidos— hasta la dosimetría de radiaciones, la biomecánica y la instrumentación médica, la comprensión física de los procesos permite integrar ciencia básica y aplicación clínica. La llamada “física médica” se ha consolidado como una especialidad universitaria y profesional con alta empleabilidad y fuerte componente interdisciplinar.

En Biología y Ciencias Ambientales, la Física interviene en el estudio de la termodinámica de los ecosistemas, el flujo energético de las redes tróficas, la dinámica de poblaciones o la física atmosférica. Los modelos de equilibrio, los conceptos de energía libre o entropía y las leyes de los gases se aplican a la comprensión de fenómenos biológicos y ecológicos, desde la fotosíntesis hasta la circulación oceánica.

Por su parte, la Astronomía y la Astrofísica constituyen quizá el campo más emblemático de la relación entre Física y exploración del universo. Las leyes de Newton, la teoría de la relatividad, la física cuántica o la termodinámica estelar configuran el armazón teórico que permite interpretar la estructura y evolución del

cosmos. La enseñanza de estos contenidos en el Bachillerato, abordados de manera accesible y contextualizada, puede suscitar vocaciones en disciplinas de frontera y despertar el sentido de maravilla ante la racionalidad del universo.

En síntesis, la Física actúa como un auténtico “lenguaje de la ciencia”, que comunica y articula saberes diversos. Desde la orientación vocacional, esta transversalidad debe aprovecharse para mostrar al alumnado que la formación en Física no encierra un destino único, sino una multiplicidad de caminos posibles: investigación, ingeniería, docencia, medicina, medio ambiente o tecnologías emergentes.

### **3.3. Propuestas metodológicas para la orientación desde el aula de Física**

La orientación vocacional hacia las ciencias debe integrarse de manera natural en la práctica docente. No se trata de incorporar sesiones específicas de orientación, sino de convertir el propio proceso de enseñanza-aprendizaje en un espacio de descubrimiento personal y profesional.

Una primera estrategia consiste en contextualizar los contenidos. Cada unidad didáctica puede incluir ejemplos y aplicaciones reales que vinculen los conceptos físicos con profesiones científicas concretas. Una lección sobre la ley de Ohm puede conectarse con la ingeniería eléctrica o la neurofisiología; un estudio sobre dinámica de fluidos, con la meteorología o la medicina cardiovascular; y una práctica sobre óptica, con la física médica o la astrofísica. Este enfoque contextual favorece la comprensión funcional del conocimiento y permite al estudiante visualizar el sentido práctico de lo que aprende.

Otra estrategia eficaz es el aprendizaje basado en proyectos científicos. Al diseñar y ejecutar un pequeño proyecto experimental, el alumnado experimenta las fases del método científico, desarrolla autonomía y colabora en grupo. Si, además, se orienta el proyecto hacia un problema del mundo real (energía renovable, contaminación acústica, diseño de sensores, análisis térmico de edificios), se potencia la conexión entre ciencia y sociedad. Estas experiencias contribuyen a consolidar la identidad científica y a descubrir afinidades profesionales.

El contacto con referentes constituye un elemento esencial. Invitar a profesionales de distintos ámbitos, investigadores, ingenieros, médicos, astrónomos, o realizar entrevistas virtuales con antiguos alumnos que estudian carreras científicas permite construir modelos identificativos y humanizar la ciencia. Numerosos programas de orientación científica subrayan el impacto positivo de la mentoría y del testimonio directo en la elección vocacional.

Asimismo, es recomendable fomentar una pedagogía de la reflexión. Las tutorías individuales o grupales pueden incluir actividades de autoevaluación de intereses, análisis de expectativas y exploración de itinerarios formativos. Existen

instrumentos validados para evaluar la orientación vocacional científica, como el STEM Career Interest Survey o el Science Motivation Questionnaire, que pueden adaptarse al contexto educativo español

Por último, debe destacarse el valor de la colaboración interdisciplinar. Integrar la Física con otras materias (Matemáticas, Biología, Tecnología) en proyectos conjuntos amplía la visión del alumnado sobre la interconexión del conocimiento y refuerza el carácter integral de la ciencia. Las experiencias europeas de STEM Education demuestran que los enfoques interdisciplinarios no solo incrementan el rendimiento académico, sino también la motivación y la orientación hacia estudios científicos.

En suma, la enseñanza de la Física en el Bachillerato puede desempeñar una función orientadora de gran alcance si combina rigor conceptual, metodologías activas y apertura profesional. El aula de Física se convierte así en un espacio de transición entre el conocimiento escolar y la cultura científica universitaria, donde los estudiantes aprenden no solo qué es la ciencia, sino también quiénes pueden ser como científicos.

## **4. Estrategias para superar estereotipos y desigualdades de género en las vocaciones STEM**

### **4.1. Diagnóstico de la brecha de género en la educación científica**

La desigual participación de mujeres y hombres en las carreras científicas y tecnológicas es un fenómeno persistente y complejo. Pese a los avances legislativos y educativos, la brecha de género sigue siendo significativa en la elección de titulaciones STEM, especialmente en Física, Ingeniería e Informática. Según el informe *She Figures 2021* de la Comisión Europea, las mujeres representan solo el 33 % de los investigadores en Europa y menos del 25 % en las ingenierías y tecnologías de la información. En España, los datos de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) confirman que, aunque las alumnas alcanzan rendimientos académicos iguales o superiores a los de los varones en la educación obligatoria, su presencia en estudios técnicos se reduce drásticamente a partir del Bachillerato.

Este fenómeno no puede atribuirse únicamente a diferencias de interés o preferencia personal, sino que responde a un entramado de factores culturales, sociales y educativos que configuran las identidades de género y los imaginarios asociados a la ciencia. Desde edades tempranas, los estereotipos que vinculan la racionalidad, la objetividad y la competitividad con la masculinidad, y la empatía o la sensibilidad con la feminidad, generan representaciones simbólicas que disuaden a muchas niñas de identificarse con la figura del científico.

Asimismo, las investigaciones en psicología educativa muestran que el autoconcepto académico y la percepción de competencia son determinantes en la elección vocacional. La ansiedad matemática o la falta de confianza en las propias capacidades científicas afectan con mayor intensidad a las chicas, especialmente cuando se enfrentan a entornos educativos o familiares que reproducen sesgos inconscientes.

Las políticas educativas orientadas a reducir esta brecha deben, por tanto, actuar en varios niveles: visibilización de referentes femeninos, transformación de la cultura escolar, revisión de los materiales curriculares y formación del profesorado en igualdad de género. Solo desde una intervención sistémica y sostenida es posible modificar las estructuras simbólicas que condicionan la elección de las carreras científicas.

## **4.2. Factores socioculturales y pedagógicos**

Los estereotipos de género en la educación científica no se originan exclusivamente en la escuela, pero esta desempeña un papel crucial en su reproducción o superación. El currículum, los métodos pedagógicos y las interacciones cotidianas configuran un entorno simbólico que puede reforzar o cuestionar los prejuicios culturales.

En el ámbito de la enseñanza de la Física, los estudios de perspectiva de género han identificado ciertos patrones recurrentes: predominio de ejemplos masculinizados en los libros de texto, escasa presencia de científicas en los contenidos, lenguaje sexista o invisibilización de la dimensión social de la ciencia. Estos factores contribuyen a que muchas alumnas perciban la Física como una materia ajena a su experiencia vital o como un espacio reservado a perfiles “brillantes” o “masculinos”.

Superar estos condicionamientos requiere una revisión integral de la práctica docente. La introducción de la perspectiva de género en la enseñanza de las ciencias implica incorporar referentes femeninos —desde Marie Curie hasta Vera Rubin, Margarita Salas o Donna Strickland—, utilizar un lenguaje inclusivo, diversificar los ejemplos de aplicación y fomentar dinámicas cooperativas en el aula.

Asimismo, resulta esencial generar un clima de aula en el que se valore la participación y la colaboración por encima de la competitividad. La investigación pedagógica ha mostrado que las metodologías cooperativas reducen las diferencias de autoconfianza entre chicos y chicas y favorecen una implicación más equitativa en las actividades de laboratorio.

Las tutorías personalizadas, por su parte, pueden desempeñar una función preventiva. El acompañamiento individual permite detectar tempranamente posibles sesgos de autopercepción o desmotivación y ofrecer modelos

identificativos ajustados a las expectativas del alumnado femenino. Las mentorías con investigadoras o profesionales STEM son especialmente eficaces para fomentar la persistencia y el sentido de pertenencia a la comunidad científica.

En definitiva, la escuela no solo transmite conocimientos, sino también visiones del mundo y de las identidades posibles. Promover la igualdad de género en la orientación científica significa ampliar los horizontes de elección y liberar el potencial de todo el alumnado, independientemente de su sexo o condición social.

#### **4.3. Políticas y programas de igualdad en STEM**

La promoción de la igualdad de género en las vocaciones científicas ha sido asumida como prioridad estratégica por organismos nacionales e internacionales. En España, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades desarrolla desde 2019 el programa Mujeres y Ciencia, orientado a visibilizar la participación femenina en la investigación y fomentar las vocaciones científicas en niñas y jóvenes. A nivel europeo, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en su Objetivo 5, insta a garantizar la plena participación de las mujeres en la ciencia y la tecnología.

Entre las experiencias más destacadas figuran las jornadas 11 de Febrero: Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, celebradas en centros educativos y universidades de todo el país. Estas actividades combinan charlas, talleres y encuentros con investigadoras, generando un impacto positivo en la percepción social de la ciencia y en la autoestima del alumnado femenino.

En el ámbito universitario, diversos programas de mentoría y redes de apoyo buscan facilitar la carrera académica de las mujeres en áreas STEM. Ejemplo de ello son Mujeres Ingenieras en Red (Universidad Politécnica de Madrid) o MentorIA (Universidad de Granada), centrado en inteligencia artificial y ciencia de datos. Estas iniciativas persiguen crear comunidades de aprendizaje inclusivas y sostenibles.

Las políticas educativas deben además incorporar mecanismos de seguimiento y evaluación. La igualdad en las vocaciones científicas no puede depender de acciones aisladas, sino de una planificación transversal que incluya la formación inicial del profesorado, la revisión curricular y la financiación de proyectos de innovación con enfoque de género.

En definitiva, fomentar la presencia femenina en las ciencias no solo responde a criterios de equidad, sino también de eficiencia social y científica: una comunidad investigadora diversa produce conocimiento más creativo, interdisciplinar y socialmente relevante.

## Conclusión del capítulo 5

La orientación hacia las carreras universitarias de ciencias constituye un desafío educativo de primer orden. Más allá de la mera información académica, requiere un enfoque integral que combine la motivación, la autoconfianza y la comprensión del sentido social de la ciencia. En este proceso, la Física desempeña un papel insustituible por su capacidad de conectar los fundamentos teóricos con la realidad tecnológica y profesional, actuando como puente entre el Bachillerato y la Universidad.

El panorama actual de los estudios científicos en España muestra un escenario de oportunidades y retos. Por un lado, la demanda de perfiles STEM crece sostenidamente en el mercado laboral; por otro, las vocaciones en ciencias puras disminuyen, y persiste una marcada desigualdad de género. En este contexto, la orientación educativa debe reformularse como acompañamiento reflexivo y personalizado, capaz de descubrir y cultivar las potencialidades individuales del alumnado.

Las acciones orientadoras más eficaces son aquellas que integran experiencia y reflexión: contacto directo con la universidad y los centros de investigación, proyectos de indagación científica, tutorías vocacionales, mentorías y visibilización de modelos diversos. La coordinación entre docentes de secundaria y profesorado universitario resulta esencial para garantizar la coherencia del itinerario formativo y evitar rupturas en la transición educativa.

Del mismo modo, la incorporación de la perspectiva de género en la enseñanza de la Física y en la orientación vocacional es imprescindible para alcanzar una auténtica igualdad de oportunidades. La ciencia necesita de todas las miradas, y solo una educación inclusiva y equitativa podrá asegurar que las futuras generaciones de científicos y científicas respondan a los desafíos globales con creatividad, ética y compromiso social.

En suma, orientar hacia las carreras científicas significa, ante todo, formar para la libertad de elección: proporcionar al alumnado las herramientas intelectuales y emocionales necesarias para decidir su futuro sin miedo, sin estereotipos y con plena conciencia de sus capacidades. La Física, entendida como lenguaje universal de la naturaleza y como disciplina humanista, puede ser el catalizador de este proceso, inspirando en los jóvenes el deseo de comprender, transformar y mejorar el mundo a través del conocimiento.

## **CAPÍTULO 6: PROYECTO EDUCATIVO: “ELEGIR CON CIENCIA”**

### **Introducción**

#### **1. Proyecto educativo**

##### **1.1. Fundamentación teórica**

La orientación vocacional constituye una dimensión esencial del proceso educativo, puesto que contribuye de manera decisiva a que los jóvenes adopten decisiones informadas, conscientes y coherentes con sus intereses, valores y capacidades. Tal como señala la UNESCO (2021), una educación de calidad debe garantizar el derecho del alumnado a recibir una orientación integral que facilite su desarrollo personal, académico y profesional. No obstante, en la práctica educativa contemporánea, la orientación suele presentarse de manera fragmentada, desvinculada de las materias curriculares y concentrada en momentos puntuales del itinerario formativo.

El proyecto “Elegir con Ciencia” surge como respuesta a esta situación, con el propósito de integrar la orientación vocacional dentro del propio proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en 2.º de Bachillerato. La propuesta parte de la convicción de que la ciencia, y particularmente la Física, puede convertirse en un vehículo de autoconocimiento y exploración profesional, al permitir que el alumnado descubra las múltiples conexiones existentes entre los fenómenos naturales y las profesiones científicas o tecnológicas.

En el contexto actual de la educación española y europea se observa una preocupación creciente ante la disminución de vocaciones STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), fenómeno ampliamente documentado

por la Comisión Europea (2018) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (2022). Las causas de esta tendencia son diversas y complejas: las percepciones sociales que presentan la ciencia como un ámbito difícil o elitista, la falta de referentes visibles, los estereotipos de género, la escasa conexión entre los contenidos escolares y las aplicaciones reales, así como la orientación vocacional tardía o insuficiente.

El proyecto propone un modelo innovador que se sustenta en tres principios fundamentales. En primer lugar, la integración curricular, que busca unir la enseñanza de la Física con la exploración de los intereses y posibilidades profesionales del alumnado. En segundo lugar, el aprendizaje experiencial, que se concreta mediante actividades prácticas, experimentales y de investigación que favorecen la comprensión y la implicación activa. Finalmente, la orientación activa y participativa, que implica la colaboración del profesorado, las familias y agentes externos en el acompañamiento del proceso formativo. Este enfoque responde directamente a las recomendaciones de la OCDE (2020), que defiende la necesidad de ofrecer experiencias de aprendizaje contextualizadas, capaces de permitir a los jóvenes conectar sus estudios con sus aspiraciones personales y con las demandas del entorno laboral. En este sentido, “Elegir con Ciencia” se configura como una propuesta pedagógica que combina la enseñanza rigurosa de la Física con la orientación vocacional integral, otorgando un papel protagonista al alumnado como constructor de su propio proyecto de vida académica y profesional.

## **1.2. Contexto educativo y diagnóstico de necesidades**

La experiencia educativa cotidiana evidencia que muchos estudiantes de Bachillerato, incluso aquellos matriculados en la modalidad científica, manifiestan dudas, inseguridad o falta de información al momento de elegir sus estudios universitarios. A pesar de cursar asignaturas como Física o Química, una parte significativa del alumnado desconoce las aplicaciones profesionales de los conocimientos adquiridos y las amplias oportunidades que ofrece el ámbito científico en la sociedad contemporánea. En este contexto, el proyecto “Elegir con Ciencia” se plantea como una intervención pedagógica diseñada para superar tres limitaciones principales detectadas en la práctica escolar. La primera de ellas es la desconexión entre los contenidos científicos y la orientación vocacional, ya que las asignaturas científicas suelen abordarse desde un enfoque puramente conceptual, sin vincularse al desarrollo personal y profesional del alumnado. La segunda limitación reside en el déficit de estrategias motivadoras, pues la enseñanza excesivamente teórica y la evaluación tradicional dificultan la implicación emocional del estudiante y limitan la percepción de utilidad del aprendizaje. Finalmente, se identifica una falta de integración entre docentes y orientadores, puesto que la orientación vocacional suele restringirse a tutorías o charlas aisladas, sin continuidad ni articulación con



las materias curriculares. A estas limitaciones se suma un problema estructural de desigualdad, evidenciado en la escasa representación de mujeres y de estudiantes de entornos socioeconómicos modestos en las titulaciones STEM (UNESCO, 2017). Tales datos justifican la necesidad de proyectos educativos que promuevan la equidad y la igualdad de oportunidades, vinculando la orientación con la práctica científica cotidiana. “Elegir con Ciencia” pretende, así, ofrecer un modelo integrador que combine rigor académico, innovación pedagógica y compromiso social.

### **1.3. Vinculación con el currículo de Física y la orientación vocacional**

El currículo de Física de 2.º de Bachillerato, establecido por el Real Decreto 243/2022, tiene como finalidad que el alumnado comprenda los principios fundamentales que rigen el mundo natural, desarrolle el pensamiento científico y adquiera las competencias necesarias para analizar, modelizar y resolver problemas. Por su parte, la Ley Orgánica 3/2020, de Educación (LOMLOE), subraya la importancia de garantizar que el alumnado disponga de una orientación personal, académica y profesional adaptada a sus intereses y capacidades. El proyecto “Elegir con Ciencia” articula ambos marcos normativos al establecer una correspondencia directa entre los contenidos curriculares de Física y las dimensiones vocacionales que estos pueden fomentar. De este modo, cada bloque de contenidos se relaciona con una posible vertiente profesional. La mecánica se asocia con la ingeniería y la biomecánica; la termodinámica se vincula con la sostenibilidad energética; la óptica y el electromagnetismo se relacionan con la medicina y las tecnologías de la comunicación; y la física moderna conecta con la investigación, la astrofísica y la nanotecnología. Esta vinculación permite transformar la enseñanza en una experiencia de descubrimiento vocacional, donde el conocimiento científico actúa como herramienta de autoconocimiento y de reflexión sobre el futuro. De este modo, la Física deja de percibirse únicamente como un conjunto de leyes abstractas y pasa a convertirse en un medio para comprender el mundo y encontrar un lugar en él.

### **1.4. Enfoque metodológico y principios del diseño**

El diseño metodológico de “Elegir con Ciencia” se inspira en los principios del aprendizaje activo y en la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP), coherentes con los enfoques constructivistas que conciben el aprendizaje como un proceso activo de construcción de significados. En este marco, el alumnado no se limita a recibir información, sino que participa activamente en la elaboración del conocimiento, en la resolución de problemas y en la exploración de su propio perfil vocacional. El proyecto se sustenta en cinco principios pedagógicos fundamentales. En primer lugar, el aprendizaje significativo, que establece vínculos entre los contenidos de Física, los contextos reales y la vida cotidiana del estudiante,

permitiendo que el conocimiento adquiriera sentido personal. En segundo lugar, la interdisciplinariedad, mediante la integración de saberes procedentes de la Física, la tutoría y la orientación profesional. En tercer lugar, la participación activa, que fomenta la implicación del alumnado en procesos de investigación, debate, diseño de proyectos y reflexión sobre su propio aprendizaje. En cuarto lugar, la perspectiva inclusiva y de género, orientada a promover la participación equitativa y visibilizar referentes diversos que rompan con los estereotipos tradicionales. Por último, la evaluación formativa y reflexiva, que se centra en valorar el proceso de aprendizaje y la evolución personal del alumnado, más allá de los resultados cuantitativos. A partir de estos principios, el proyecto “Elegir con Ciencia” se consolida como una propuesta innovadora de orientación vocacional integrada en el aula de ciencias. Su meta es que aprender Física sea también aprender a decidir con autonomía, motivación y sentido, estableciendo así un puente entre el conocimiento científico y la construcción del propio proyecto vital.

## **2. Marco teórico y conceptual**

### **2.1. La orientación vocacional en el sistema educativo**

La orientación vocacional se concibe como un proceso educativo continuo destinado a acompañar al alumnado en la toma de decisiones sobre su futuro académico y profesional. Lejos de considerarse una intervención puntual o una tarea exclusiva de los departamentos de orientación, constituye una práctica sistemática y transversal que atraviesa todas las etapas educativas, promoviendo la autonomía personal, la reflexión crítica y la construcción de la identidad profesional. El Informe de la UNESCO (*Reimagining our futures together*, 2021) enfatiza que una educación verdaderamente integral debe garantizar no solo la adquisición de conocimientos, sino también el desarrollo de capacidades que permitan proyectar la propia trayectoria vital. Desde esta perspectiva, la orientación vocacional se vincula directamente con el derecho a la educación, al favorecer la igualdad de oportunidades y la justicia social mediante el acompañamiento individualizado en la toma de decisiones. En el contexto español, la Ley Orgánica 3/2020, de Educación (LOMLOE) refuerza la importancia de la orientación educativa y profesional como componente esencial del currículo. En su artículo 2, la ley incluye entre los fines del sistema educativo la orientación educativa y profesional del alumnado, orientada a garantizar su pleno desarrollo personal, social y profesional. Asimismo, la normativa establece la cooperación entre el profesorado, los departamentos de orientación y las familias como actores corresponsables del proceso, promoviendo así un enfoque integrado y colaborativo. La orientación vocacional contemporánea se apoya en diversos modelos teóricos que integran dimensiones psicológicas, sociales y pedagógicas. Entre los más influyentes destaca el modelo del desarrollo de carrera de Donald Super (1990), que interpreta la orientación como un proceso

de maduración progresiva de intereses, valores y competencias, y que subraya la evolución de la identidad profesional a lo largo del ciclo vital. Por otro lado, el enfoque constructivista de Mark Savickas (2005) considera que las personas construyen su identidad profesional a partir de sus experiencias, narrativas y decisiones vitales, dotando al proceso de una dimensión interpretativa y reflexiva. Finalmente, los planteamientos contextuales y ecológicos de Bronfenbrenner (1994) resaltan la influencia del entorno familiar, escolar y social en la configuración de las decisiones vocacionales, enfatizando la importancia de los factores externos y relacionales. En el marco del Bachillerato, la orientación adquiere una relevancia crítica, dado que coincide con la etapa en la que el alumnado define sus itinerarios universitarios y profesionales. Según el Consejo Escolar del Estado (2022), la mayoría de los estudiantes de segundo de Bachillerato manifiestan incertidumbre o escasa información acerca de sus opciones de continuidad académica, lo que evidencia la necesidad de integrar la orientación educativa dentro de las propias materias. En consecuencia, se hace imprescindible desarrollar proyectos que, como “Elegir con Ciencia”, combinen la enseñanza disciplinar con el acompañamiento vocacional de forma estructurada, coherente y significativa.

## **2.2. El papel de la ciencia en la construcción de vocaciones**

Las vocaciones científicas no surgen de manera espontánea; se construyen a partir de experiencias educativas significativas que permiten al alumnado percibir la ciencia como una actividad humana relevante, creativa y accesible. El informe de la Comisión Europea Science Education for Responsible Citizenship (2015) sostiene que la educación científica debe trascender la mera transmisión de conceptos y fórmulas, orientándose a formar ciudadanos capaces de comprender, valorar y participar activamente en la cultura científica y tecnológica. Sin embargo, diversos estudios (OCDE, 2018; FECYT, 2022) evidencian una disminución progresiva del interés del alumnado por la ciencia a medida que avanzan en la educación secundaria, fenómeno conocido como la “brecha de desafección científica”. Entre las causas de esta tendencia destacan las metodologías excesivamente expositivas, la falta de conexión entre los contenidos escolares y la vida cotidiana, y la ausencia de referentes profesionales próximos. La ciencia desempeña una función formativa esencial en el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. Según la UNESCO (2021), la alfabetización científica constituye una competencia indispensable para la ciudadanía del siglo XXI, ya que permite comprender los desafíos globales relacionados con la energía, la sostenibilidad, la salud o la tecnología, y participar en la búsqueda de soluciones. En este sentido, promover las vocaciones científicas implica transformar la experiencia educativa mediante una enseñanza basada en la indagación y el descubrimiento. Solo cuando el alumnado participa activamente en la observación, la experimentación y la interpretación de fenómenos físicos es posible consolidar un interés vocacional

genuino. La ciencia deja así de ser percibida como un conocimiento abstracto y se convierte en una herramienta para comprender la realidad, generando sentido y conexión emocional con el aprendizaje. En consecuencia, proyectos como “Elegir con Ciencia” se orientan a favorecer esa experiencia transformadora, en la que la vivencia de la ciencia se asocia directamente con la construcción de la identidad vocacional.

### **2.3. Enfoque STEM y aprendizaje interdisciplinar**

El paradigma STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) se ha consolidado como un referente internacional en el diseño de políticas educativas orientadas al desarrollo científico y tecnológico. Su objetivo es integrar las distintas disciplinas en experiencias de aprendizaje interdisciplinarias que respondan a problemas reales y que fomenten la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración. Según European Schoolnet (2020), la educación STEM incrementa la motivación del alumnado cuando se articula en torno a proyectos contextualizados que vinculan la ciencia con su aplicación social. Frente a los modelos tradicionales que abordan la Física, la Química o la Tecnología de manera aislada, el enfoque STEM propone una visión unificada en la que los conceptos se aplican conjuntamente para resolver desafíos contemporáneos, como la energía sostenible, la robótica, la salud o la inteligencia artificial.

La implementación de metodologías STEM se relaciona estrechamente con el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y con el aprendizaje por indagación, en los que el estudiante adopta un papel activo como investigador. El National Research Council (2012) señala que los programas STEM eficaces combinan la comprensión conceptual con la aplicación práctica y la orientación vocacional, permitiendo que el alumnado explore diferentes itinerarios profesionales y desarrolle competencias transferibles. En el marco del proyecto “Elegir con Ciencia”, el enfoque STEM se adapta al contexto del Bachillerato español, utilizando la Física como eje articulador del proceso educativo. A través de prácticas experimentales, proyectos de investigación escolar y talleres de orientación, se pretende que los estudiantes comprendan que los fenómenos físicos constituyen la base de todas las innovaciones tecnológicas contemporáneas. Este enfoque interdisciplinar no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también refuerza la motivación y amplía las perspectivas profesionales del alumnado.

### **2.4. Perspectiva de género e inclusión en la educación científica**

La brecha de género en las carreras científicas y tecnológicas continúa siendo una de las problemáticas más persistentes del sistema educativo actual. Aunque las mujeres representan más de la mitad del estudiantado universitario, su presencia en titulaciones como Física, Ingeniería o Informática sigue siendo minoritaria. El informe de la UNESCO *Cracking the Code: Girls' and Women's*

Education in STEM (2017) identifica múltiples causas de esta desigualdad, entre ellas los estereotipos culturales que asocian la ciencia con lo masculino, la ausencia de modelos femeninos visibles, las expectativas diferenciadas en el entorno familiar y escolar, y los sesgos inconscientes en las prácticas docentes.

Por su parte, la OCDE (2015), en su informe *The ABC of Gender Equality in Education*, puso de manifiesto que las alumnas, aun cuando obtienen rendimientos iguales o superiores a los de sus compañeros en matemáticas y ciencias, muestran menores niveles de autoconfianza y menor predisposición a continuar estudios STEM. Este fenómeno, conocido como “brecha de autopercepción científica”, revela la necesidad de diseñar intervenciones educativas específicas que fortalezcan la autoestima académica y la identificación positiva con la ciencia. El proyecto “Elegir con Ciencia” incorpora explícitamente la perspectiva de género y la inclusión como ejes transversales de todas sus acciones. En las actividades se visibilizan científicas de distintas épocas y procedencias, se fomenta la participación equitativa en los equipos de trabajo y se promueve un lenguaje y clima de aula inclusivos. Además, se contempla la colaboración con asociaciones y programas dedicados a promover las vocaciones femeninas en ciencia, como Girls4STEM o Mujeres con Ciencia. Más allá de la cuestión de género, la inclusión comprende también la atención a la diversidad socioeconómica y cultural. El acceso desigual a recursos tecnológicos, a experiencias científicas o a referentes profesionales limita las oportunidades de muchos estudiantes para desarrollar vocaciones científicas. Por ello, el proyecto apuesta por estrategias compensadoras que incluyen la tutoría personalizada, las visitas a centros de investigación y la apertura de los laboratorios escolares a toda la comunidad educativa.

## **2.5. Innovación educativa y aprendizaje significativo en ciencias**

El aprendizaje de las ciencias requiere superar los modelos tradicionales centrados en la transmisión unidireccional de información para adoptar enfoques basados en la indagación, la resolución de problemas y la conexión con la realidad cotidiana. Tal como afirmó Ausubel (1983), el aprendizaje se vuelve verdaderamente significativo cuando el nuevo conocimiento se integra de forma coherente en la estructura cognitiva del estudiante y adquiere sentido personal. En la enseñanza de la Física, la innovación educativa se asocia estrechamente con la experimentación, la simulación digital, el aprendizaje cooperativo y la vinculación de los contenidos con problemáticas actuales como la energía, el medio ambiente o la salud. Estas estrategias no solo fortalecen la comprensión conceptual, sino que además aumentan la motivación intrínseca y la percepción de competencia científica del alumnado. El Informe de la FECYT (2022) indica que los programas escolares que incluyen experiencias de laboratorio, ferias de ciencia y proyectos de investigación escolar incrementan significativamente la probabilidad de que los

estudiantes elijan estudios STEM. En consonancia con esta evidencia, el proyecto “Elegir con Ciencia” combina las prácticas de Física con la reflexión vocacional, entendiendo que la experiencia de “hacer ciencia” constituye, en sí misma, un proceso de autodescubrimiento y de proyección profesional.

## **2.6. Síntesis del marco teórico**

Del análisis de los estudios y referencias presentadas se desprenden varios fundamentos que sustentan la propuesta del proyecto “Elegir con Ciencia”. En primer lugar, la orientación vocacional integrada debe formar parte del currículo y desarrollarse en conexión con las materias, evitando concebirla como un complemento externo. En segundo lugar, el interés por la ciencia se construye mediante experiencias significativas que vinculen teoría y práctica. En tercer lugar, el enfoque STEM promueve la interdisciplinariedad y la aplicación contextualizada del conocimiento científico. En cuarto lugar, la perspectiva de género y la inclusión son condiciones indispensables para garantizar la equidad y la diversidad en las vocaciones científicas. Finalmente, la innovación pedagógica en ciencias se apoya en metodologías activas y evaluaciones formativas que potencian la autonomía del aprendizaje. En conjunto, estos principios orientan la estructura del proyecto y su justificación didáctica. “Elegir con Ciencia” aspira a convertir el aula de Física en un espacio de exploración personal y profesional, donde aprender ciencia signifique también aprender a decidir con conciencia, equidad y sentido de futuro.

## **3. Diseño del proyecto “Elegir con Ciencia”**

### **3.1. Fundamentación pedagógica**

El proyecto “Elegir con Ciencia” se fundamenta en los principios del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983), la metodología activa y la orientación educativa integral. Su finalidad es articular la enseñanza de la Física con el desarrollo vocacional, de manera que el conocimiento científico adquiera un valor formativo y se convierta en un instrumento de autoconocimiento y exploración profesional. Este planteamiento busca que el proceso de enseñanza-aprendizaje trascienda la mera transmisión de contenidos, promoviendo la implicación personal del alumnado y su participación consciente en la construcción de su propio proyecto académico y profesional. La propuesta adopta un enfoque interdisciplinar en el que convergen la didáctica de las ciencias y la orientación educativa, integrando saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales. Desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje cobra sentido cuando el estudiante establece relaciones entre lo que aprende y su experiencia vital, lo que implica un componente emocional y motivacional inseparable del cognitivo. El alumnado deja así de ser un receptor pasivo del conocimiento y se convierte en protagonista de un proceso de investigación y reflexión. Asimismo, el proyecto responde a la

necesidad de formar ciudadanos científicamente alfabetizados, conscientes de la importancia de la ciencia en la vida cotidiana y capaces de participar activamente en la sociedad del conocimiento. Tal como subraya la UNESCO (2021), la educación científica del siglo XXI debe preparar a los individuos para afrontar los retos globales, comprender las implicaciones éticas y sociales de la ciencia y contribuir a la sostenibilidad del planeta. A través del estudio y la práctica de la Física, los estudiantes desarrollan competencias esenciales como la resolución de problemas, el razonamiento lógico, el pensamiento sistémico, la comunicación científica y la colaboración. El modelo de orientación asumido por el proyecto es contextual y formativo, inspirado en las aportaciones de Donald Super (1990) y en la orientación educativa por competencias. Desde esta perspectiva, la toma de decisiones vocacionales se entiende como un proceso continuo de maduración personal en el que intervienen factores individuales, familiares, académicos y sociales. Por tanto, se pretende que el alumnado aprenda a decidir con autonomía, apoyándose en información fiable, procesos de autoevaluación y reflexión guiada. De este modo, la orientación se integra de forma natural en la dinámica del aula, vinculando los intereses personales con las demandas reales del entorno profesional.

### **3.2. Objetivo general y objetivos específicos**

El objetivo general del proyecto consiste en fomentar la elección consciente, informada y motivada de estudios universitarios o profesionales dentro del ámbito científico, utilizando la enseñanza de la Física como eje articulador del proceso orientador. Este propósito global se concreta en una serie de objetivos específicos que orientan la intervención educativa. En primer lugar, se busca despertar la curiosidad científica y el interés por las carreras STEM, mostrando la relevancia social y profesional de la ciencia en el mundo actual. En segundo lugar, se pretende conectar los contenidos curriculares de Física con sus aplicaciones en distintos ámbitos profesionales, de modo que el alumnado perciba la utilidad práctica del conocimiento científico. En tercer lugar, se propone desarrollar competencias personales y sociales necesarias para la toma de decisiones vocacionales fundamentadas, tales como la autonomía, la autoconfianza y la reflexión crítica. Además, el proyecto persigue potenciar la autoestima académica y la confianza en las propias capacidades científicas, especialmente en aquellos estudiantes que tienden a infravalorar su rendimiento en estas áreas. Igualmente, busca promover la igualdad de género y la diversidad en la orientación hacia las ciencias, visibilizando modelos diversos de éxito profesional. Por otra parte, se fomenta la implicación de la comunidad educativa y de las familias en el proceso de orientación, con el fin de construir un entorno de apoyo coherente. Finalmente, se pretende favorecer la alfabetización científica y la comprensión social de la ciencia, estimulando la participación activa del alumnado como futuro ciudadano crítico y responsable.

Todos estos objetivos convergen en la intención de dotar a la enseñanza de la Física de una dimensión personal y social, reforzando la conexión entre el aprendizaje académico y las decisiones vitales del alumnado.

### **3.3. Temporalización y planificación anual**

El proyecto “Elegir con Ciencia” está diseñado para desarrollarse a lo largo de un curso académico completo, comprendido entre los meses de septiembre y junio, dentro de la materia de Física de 2.º de Bachillerato. Su implementación se articula en coordinación con las sesiones de tutoría y orientación académica, de manera que ambas dimensiones —científica y vocacional— se integren en una experiencia formativa única. La estructura temporal se organiza en cuatro fases principales. La primera, correspondiente al inicio (septiembre-octubre), incluye la presentación del proyecto al alumnado, el diagnóstico inicial de intereses y expectativas, y la contextualización de la propuesta dentro del currículo de Física. La segunda fase, denominada exploración (noviembre-febrero), contempla el desarrollo de las actividades de los bloques 1 y 2, denominados respectivamente “Descubrir la Física” y “Experimentar para decidir”. Durante este periodo se prioriza el aprendizaje práctico y la conexión entre los contenidos científicos y sus aplicaciones profesionales. La tercera fase, correspondiente al periodo de reflexión y orientación (marzo-mayo), se centra en la realización del bloque 3, “Orientarse y decidir”, en el que el alumnado elabora su portfolio vocacional, participa en tutorías personalizadas y analiza sus progresos y afinidades científicas. Finalmente, la fase de evaluación y cierre (junio) se dedica al análisis de resultados, la autoevaluación del alumnado y la difusión de las conclusiones del proyecto.

Esta planificación flexible permite adaptar las actividades al ritmo del grupo y a las características del centro, garantizando la coherencia entre el desarrollo curricular y el proceso de orientación vocacional.

### **3.4. Recursos humanos y materiales**

La implementación del proyecto requiere una coordinación interdisciplinar que involucre a distintos agentes educativos. En cuanto a los recursos humanos, el profesorado de Física y Química desempeña un papel central en la coordinación académica y didáctica, integrando las actividades del proyecto dentro de su programación anual. El Departamento de Orientación colabora activamente mediante la aplicación de cuestionarios de intereses vocacionales, la organización de talleres y el acompañamiento en tutorías grupales e individuales. Asimismo, el profesorado tutor realiza un seguimiento continuo del alumnado, fomentando la reflexión y el autoconocimiento. Las familias se incorporan al proceso mediante sesiones informativas y de apoyo, con el objetivo de reforzar la comunicación y promover un entorno familiar favorable a la exploración vocacional. Por último, se prevé la participación de agentes externos, como universidades, centros de



investigación y asociaciones científicas, que aportan experiencias reales y sirven de referente profesional para el alumnado. En cuanto a los recursos materiales, el proyecto se apoya en el laboratorio de Física del centro y en material experimental básico, como sensores, osciloscopios, kits de energía solar y simuladores digitales. Además, se emplean aulas de informática para la elaboración de portfolios digitales, así como recursos audiovisuales, documentales y biográficos que faciliten la comprensión de la ciencia en contextos profesionales. La plataforma virtual de aprendizaje (Moodle o Classroom) constituye un soporte esencial para la gestión de materiales, la comunicación y el seguimiento de las actividades. En conjunto, la combinación de recursos humanos y materiales configura un entorno de aprendizaje colaborativo y dinámico, en el que la orientación vocacional y la enseñanza científica convergen de manera natural.

## **4. Desarrollo de las actividades**

### **4.1. Bloque 1: Descubrir la Física y las profesiones científicas**

El primer bloque del proyecto, denominado “Descubrir la Física y las profesiones científicas”, tiene como objetivo principal que el alumnado reconozca la presencia de la Física en su vida cotidiana y en distintos campos profesionales, estableciendo así una relación significativa entre el conocimiento científico y el mundo laboral. Se parte de la premisa de que comprender la utilidad práctica de la ciencia constituye un elemento esencial para despertar la motivación y favorecer la orientación vocacional. Las actividades de este bloque se estructuran en torno a experiencias de identificación, exploración y reflexión. En primer lugar, la actividad titulada “La ciencia en mi entorno” invita al alumnado a observar y analizar fenómenos físicos presentes en objetos y tecnologías cotidianas, tales como el funcionamiento de los electrodomésticos, los dispositivos móviles o los medios de transporte. A partir de esta observación, los estudiantes establecen conexiones entre los principios físicos subyacentes y las profesiones que intervienen en su diseño, mantenimiento o innovación.

En una segunda actividad, denominada “Historias de científicos y científicas”, se propone un ciclo de charlas, presentaciones o lecturas sobre figuras relevantes de la historia de la ciencia, tales como Marie Curie, Margarita Salas, Stephen Hawking o Katherine Johnson. La finalidad es mostrar la diversidad de trayectorias vitales y profesionales que existen en el ámbito científico, poniendo especial énfasis en la visibilización de mujeres y personas de diferentes contextos culturales. Esta iniciativa pretende contribuir a romper los estereotipos de género y a ofrecer modelos de identificación variados. Por último, en la actividad “Mapa de carreras científicas”, los estudiantes elaboran de forma colaborativa infografías o esquemas digitales que vinculan las áreas de la Física con los distintos grados universitarios y salidas laborales asociadas. Este ejercicio integra la investigación

documental con el desarrollo de habilidades de comunicación visual y trabajo cooperativo. En conjunto, las experiencias del Bloque 1 desarrollan competencias relacionadas con la comunicación científica, la búsqueda y análisis de información, la conciencia vocacional y la igualdad de género. El propósito general es que el alumnado adquiera una visión amplia y atractiva de la ciencia como ámbito de conocimiento y como posible horizonte profesional.

#### **4.2. Bloque 2: Experimentar para decidir**

El segundo bloque, denominado “Experimentar para decidir”, se orienta a conectar la práctica experimental de la Física con sus aplicaciones profesionales y tecnológicas. Su objetivo es que el alumnado comprenda que detrás de cada fenómeno físico se esconden principios que sustentan múltiples sectores de actividad humana, desde la ingeniería y la medicina hasta la sostenibilidad energética o la meteorología. En este bloque, el laboratorio se convierte en un espacio privilegiado para la exploración vocacional. La actividad central, “Laboratorio vocacional de Física aplicada”, consiste en la realización de prácticas que demuestran la relación entre los conceptos físicos estudiados y sus aplicaciones reales. Así, se experimentan fenómenos relacionados con la acústica médica, la energía solar, la física del movimiento humano o la meteorología, poniendo de relieve la utilidad del conocimiento científico en contextos profesionales. Complementariamente, se desarrolla la actividad “Proyecto de investigación escolar”, mediante la cual los estudiantes, organizados en pequeños grupos, diseñan un experimento o una investigación basada en un problema de interés. Este trabajo incluye la formulación de hipótesis, el diseño metodológico, la recogida y análisis de datos, y la presentación de los resultados en formato póster o vídeo científico. Esta práctica fomenta la autonomía, el pensamiento crítico y la comunicación científica. Asimismo, el bloque incluye una visita a centros universitarios y de investigación, donde el alumnado puede interactuar con estudiantes y científicos en activo. Estos encuentros permiten conocer de primera mano las experiencias vocacionales de profesionales del ámbito STEM, promoviendo el contacto directo con la realidad de la investigación y la innovación. Las competencias que se trabajan en este bloque incluyen la aplicación del método científico, la resolución de problemas, el trabajo cooperativo, la reflexión crítica y la orientación profesional. En definitiva, se busca que la experimentación no solo fortalezca el aprendizaje conceptual, sino que también despierte la curiosidad y el interés por seguir explorando las ciencias como opción de futuro.

#### **4.3. Bloque 3: Orientarse y decidir**

El tercer bloque, “Orientarse y decidir”, representa la culminación del proceso formativo y tiene como finalidad fomentar la reflexión personal y la toma de decisiones vocacionales fundamentadas. En este punto del proyecto, el alumnado

ha desarrollado ya una comprensión más profunda de la Física y de su relevancia social y profesional, por lo que está preparado para analizar sus propios intereses, valores y capacidades en relación con posibles trayectorias académicas. La primera actividad, “Taller Mi perfil científico”, incluye la aplicación de cuestionarios de intereses y habilidades científicas, seguidos de sesiones grupales de interpretación y tutorías personalizadas. El objetivo es que cada estudiante identifique su perfil vocacional, reconozca sus fortalezas y áreas de mejora, y comience a trazar un plan de desarrollo académico coherente con su identidad personal. A continuación, el “Foro de orientación universitaria” reúne a antiguos alumnos y profesionales de distintos campos STEM que comparten sus experiencias formativas y laborales. Este intercambio favorece la comprensión de la diversidad de trayectorias posibles dentro de las ciencias y refuerza la conexión entre el Bachillerato y la universidad. Finalmente, el alumnado elabora su portfolio personal “Elegir con Ciencia”, un documento digital en el que recopila evidencias de aprendizaje, reflexiones personales, experiencias experimentales y conclusiones vocacionales. Este portfolio constituye tanto un instrumento de evaluación como una herramienta de autoconocimiento y planificación del futuro. Las competencias desarrolladas en este bloque se relacionan con el autoconocimiento, la gestión de la información, la toma de decisiones, la planificación de objetivos personales y la reflexión crítica sobre el propio proceso de aprendizaje. En síntesis, “Orientarse y decidir” cierra el ciclo pedagógico del proyecto al transformar la experiencia científica en una oportunidad para el crecimiento personal.

#### **4.4. Metodologías activas y uso de TIC**

El conjunto de actividades del proyecto se apoya en metodologías activas centradas en el alumno, que favorecen la autonomía, la motivación y el aprendizaje significativo. Entre ellas, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) ocupa un papel central, ya que cada actividad culmina con la elaboración de un producto concreto — como una infografía, un experimento o un portfolio, que evidencia la comprensión y aplicación de los contenidos. Este enfoque permite integrar el conocimiento teórico con la práctica y la reflexión personal. El aprendizaje cooperativo constituye otra de las metodologías esenciales, puesto que el trabajo en equipos heterogéneos fomenta la inclusión, la responsabilidad compartida y el desarrollo de habilidades sociales. A su vez, se incorporan estrategias de aprendizaje-servicio, mediante las cuales algunas de las acciones del proyecto se orientan a la divulgación científica dentro de la comunidad educativa, promoviendo la transferencia del conocimiento y el compromiso social. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desempeña un papel relevante en el proyecto. Se emplean simuladores de Física para la visualización de fenómenos complejos, presentaciones multimedia para la comunicación de resultados, portfolios digitales para la autoevaluación y

reflexión, así como blogs científicos y plataformas colaborativas que facilitan el trabajo en equipo y la difusión de las producciones.

Estas estrategias didácticas, sustentadas en la participación activa y el uso pedagógico de las TIC, refuerzan la motivación y la implicación del alumnado, fomentan la autonomía y favorecen el desarrollo de competencias científicas y digitales. En conjunto, consolidan un modelo de aprendizaje en el que la Física se convierte no solo en un contenido curricular, sino también en un medio para aprender a pensar, decidir y proyectar el futuro con sentido.

## **5. Participación y coordinación educativa**

### **5.1. Rol del profesorado**

El profesorado de Física y Química desempeña un papel fundamental en la implementación del proyecto “Elegir con Ciencia”, asumiendo la responsabilidad de integrar las actividades dentro de la programación didáctica anual y garantizando la coherencia entre los contenidos curriculares y los objetivos de orientación vocacional. Su función no se limita a la transmisión de conocimientos científicos, sino que se extiende al acompañamiento del alumnado en su proceso de descubrimiento personal y profesional. El éxito del proyecto depende, en gran medida, de la actitud del docente como facilitador del aprendizaje, capaz de generar un ambiente de aula estimulante, promover la curiosidad científica y propiciar la conexión entre la teoría y la práctica. El profesorado actúa como guía en el proceso de indagación, fomenta la reflexión y orienta a los estudiantes en la interpretación de sus experiencias experimentales y vocacionales. Asimismo, desempeña un papel clave en la evaluación formativa, valorando no solo los resultados cognitivos, sino también el progreso competencial y actitudinal del alumnado.

En este marco, la figura docente adquiere una dimensión orientadora, en la que su labor pedagógica se enriquece con la función de mentor. A través de tutorías, retroalimentaciones y actividades de acompañamiento, el profesorado contribuye a que los estudiantes desarrollen autonomía, pensamiento crítico y autoconfianza, elementos esenciales para una elección vocacional consciente y fundamentada.

### **5.2. Intervención del Departamento de Orientación**

El Departamento de Orientación cumple una función complementaria e imprescindible dentro del proyecto, al aportar las herramientas psicopedagógicas necesarias para favorecer el desarrollo vocacional del alumnado. Su intervención se articula en torno a varias líneas de actuación coordinadas con el profesorado de Física y con los tutores de grupo. En primer lugar, el departamento diseña y aplica cuestionarios de intereses, actitudes y motivaciones vocacionales, que permiten identificar los perfiles de los estudiantes y detectar posibles necesidades de apoyo o acompañamiento adicional. En segundo lugar, colabora en la realización de tutorías

grupales e individuales, en las que se analizan los resultados de los cuestionarios y se orienta al alumnado en la elaboración de su portfolio personal. Asimismo, el Departamento de Orientación se encarga de la evaluación del impacto del proyecto en términos de motivación, autoconfianza y claridad de elección académica, mediante la recopilación y análisis de datos cualitativos y cuantitativos. También coordina las relaciones externas con universidades, ferias científicas, servicios de empleo juvenil y entidades colaboradoras, garantizando así la conexión entre el centro educativo y el entorno social y profesional. De este modo, el departamento actúa como nexo entre la dimensión didáctica y la dimensión orientadora, asegurando que el proyecto cumpla su propósito integral de unir la enseñanza de la Física con la formación vocacional.

### **5.3. Implicación de las familias**

Las familias constituyen un elemento esencial en el proceso de orientación, ya que su influencia sobre las decisiones académicas y profesionales del alumnado resulta determinante. Por ello, el proyecto “Elegir con Ciencia” contempla su participación activa a través de sesiones informativas, talleres y encuentros que buscan fortalecer la colaboración entre el ámbito familiar y el educativo. Entre las actividades programadas destaca el taller titulado “Acompañar sin dirigir”, en el cual se ofrecen pautas y estrategias para orientar desde la confianza, fomentando la autonomía y la toma de decisiones personales del alumnado. Estas acciones contribuyen a que las familias asuman un rol de apoyo emocional y motivacional, evitando actitudes directivas que puedan limitar la exploración vocacional de los hijos e hijas. Además, se promueve la asistencia de las familias a jornadas de exposición de proyectos y ferias científicas organizadas por el centro, donde pueden observar el trabajo realizado por el alumnado y participar en debates sobre el papel de la ciencia en la sociedad. La implicación familiar, entendida como colaboración y corresponsabilidad educativa, refuerza la cohesión del proyecto y amplía el impacto de sus resultados en el entorno doméstico. En este sentido, el proyecto busca transformar la relación entre familia y escuela en un espacio de diálogo y acompañamiento compartido, en el que las decisiones académicas se comprendan como un proceso personal, informado y sostenido por un contexto de confianza mutua.

### **5.4. Colaboración con universidades y centros externos**

La colaboración con universidades, centros de investigación y entidades científicas constituye un pilar fundamental de “Elegir con Ciencia”, ya que permite al alumnado establecer contacto directo con el mundo académico y profesional. Esta cooperación contribuye a la transición entre el Bachillerato y la universidad, favoreciendo una comprensión más realista y motivadora de las oportunidades que ofrecen las disciplinas científicas. El proyecto contempla la formalización de

convenios y colaboraciones con facultades de Ciencias y Escuelas Politécnicas, así como con museos, laboratorios y asociaciones de divulgación científica. Estas instituciones participan mediante conferencias, visitas guiadas, prácticas breves y mentorías, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de conocer los entornos de investigación y las trayectorias profesionales vinculadas a la Física y a las demás áreas STEM. Asimismo, se promueve la vinculación con programas institucionales como “Andalucía Profundiza” o “FECYT Educa”, que facilitan experiencias extracurriculares de alto valor formativo. Estas colaboraciones permiten ampliar el horizonte educativo del alumnado, fortalecer la motivación hacia las ciencias y conectar la formación escolar con las demandas reales del contexto universitario y laboral. En conjunto, la coordinación entre el centro educativo y las instituciones externas no solo enriquece la enseñanza de la Física, sino que consolida una red de apoyo profesional que contribuye a la sostenibilidad y proyección futura del proyecto.

## **6. Evaluación del proyecto**

### **6.1. Evaluación del aprendizaje científico**

La evaluación del aprendizaje científico dentro del proyecto “Elegir con Ciencia” se plantea desde una perspectiva formativa, continua y competencial, en consonancia con los principios metodológicos que lo sustentan. El propósito no se limita a valorar los resultados académicos, sino a analizar el progreso del alumnado en la adquisición de competencias científicas, la aplicación del método experimental y la comprensión de la Física en contextos reales. Se evalúan, por tanto, tanto las habilidades de resolución de problemas como la capacidad para formular hipótesis, interpretar datos y comunicar resultados. Los estudiantes demuestran su aprendizaje mediante la resolución de problemas experimentales, la aplicación de la Física a situaciones cotidianas y la presentación de proyectos de investigación escolar desarrollados en los diferentes bloques del programa. Además, el portfolio individual se convierte en un instrumento clave para recoger evidencias de aprendizaje, permitiendo al alumnado reflexionar sobre su propio proceso, identificar avances y reconocer áreas de mejora. La evaluación formativa se complementa con la utilización de rúbricas específicas, diseñadas para valorar no solo los conocimientos conceptuales, sino también la actitud investigadora, la precisión en el trabajo de laboratorio y la calidad de la comunicación científica. En conjunto, esta modalidad de evaluación busca reforzar la autonomía, la responsabilidad y la autorregulación del aprendizaje, transformando la evaluación en una oportunidad de mejora continua más que en un fin en sí misma.

## **6.2. Evaluación de la orientación vocacional**

La evaluación de la orientación vocacional constituye un componente esencial del proyecto, orientado a medir su impacto en la motivación, la autoconfianza y la toma de decisiones académicas del alumnado. Para ello, se analiza la evolución de los estudiantes en cuatro dimensiones principales: el nivel de motivación y autoconfianza hacia las ciencias, la claridad en la elección de estudios superiores, el interés por las carreras STEM y la participación equitativa entre géneros. La metodología evaluativa combina instrumentos cuantitativos y cualitativos. Se aplican cuestionarios iniciales y finales para detectar cambios en las actitudes vocacionales, así como entrevistas y tutorías que permiten recoger información cualitativa sobre la experiencia subjetiva del alumnado. Este enfoque mixto posibilita una comprensión integral del impacto del proyecto, al integrar datos objetivos y percepciones personales. El análisis de los resultados busca identificar patrones de evolución vocacional, determinar los factores que influyen en la elección de itinerarios académicos y valorar el grado en que el proyecto contribuye a reducir estereotipos o barreras de acceso a las disciplinas científicas. De este modo, la evaluación de la orientación no se concibe como un proceso de clasificación, sino como un medio para mejorar las prácticas educativas y orientar futuras intervenciones.

## **6.3. Instrumentos e indicadores**

Con el fin de garantizar una evaluación rigurosa y sistemática, el proyecto “Elegir con Ciencia” emplea diversos instrumentos de recogida de datos que permiten analizar de manera global el progreso y los resultados. Entre ellos se incluyen cuestionarios actitudinales pre y post intervención, rúbricas competenciales para el trabajo experimental y el portfolio, registros de observación docente y entrevistas individuales y grupales. Los cuestionarios permiten cuantificar el grado de motivación, la autoconfianza científica y el interés por las carreras STEM antes y después de la aplicación del proyecto. Las rúbricas, por su parte, facilitan la valoración objetiva de las competencias científicas y comunicativas, mientras que los registros de observación aportan información cualitativa sobre la participación y la actitud del alumnado en el aula. Los indicadores de éxito se concretan en varios aspectos observables: el incremento del interés por estudios científicos, la mejora en la autoconfianza al afrontar tareas de Física, la reducción de estereotipos de género y el aumento de la participación activa en las actividades experimentales y de orientación. Estos indicadores proporcionan una base sólida para la revisión y mejora continua del proyecto, además de evidenciar su impacto positivo en la comunidad educativa.

#### 6.4. Propuestas de mejora

El proceso de evaluación, al ofrecer datos sobre la eficacia de las actividades y el nivel de satisfacción del alumnado, permite identificar fortalezas y áreas susceptibles de mejora. En función de los resultados obtenidos, el proyecto plantea una serie de propuestas de mejora orientadas a reforzar la sostenibilidad y el alcance de la iniciativa. Entre las principales propuestas se encuentra la creación de una red de centros “Elegir con Ciencia”, cuyo objetivo sería compartir experiencias, materiales y buenas prácticas entre instituciones educativas interesadas en integrar la orientación vocacional en la enseñanza de las ciencias. Asimismo, se propone la elaboración de materiales didácticos transferibles, adaptados a distintos niveles educativos, que faciliten la replicación del modelo. Otra línea de mejora consiste en establecer convenios de mentorización con universidades, de manera que estudiantes universitarios y profesionales del ámbito científico puedan acompañar al alumnado de Bachillerato en su proceso de orientación. Finalmente, se contempla la difusión de los resultados en revistas y congresos de innovación educativa, con el propósito de contribuir al debate académico y promover el reconocimiento del proyecto como una práctica ejemplar de integración entre docencia científica y orientación vocacional. Estas propuestas reflejan el carácter dinámico y evolutivo del proyecto, concebido como una iniciativa abierta a la revisión continua y al intercambio de conocimiento pedagógico.

#### Conclusión del capítulo 6

El proyecto “Elegir con Ciencia” demuestra que es posible integrar la orientación vocacional en el aula de Física de manera coherente, interdisciplinar y motivadora. Al combinar el aprendizaje científico con la reflexión personal, el alumnado no solo adquiere conocimientos conceptuales, sino que también desarrolla competencias emocionales y sociales vinculadas a la toma de decisiones responsables. La experiencia evidencia que aprender Física puede ser, simultáneamente, un proceso de aprendizaje cognitivo y de construcción de identidad profesional. Entre los impactos más significativos se destacan el aumento del interés por las carreras científicas, la mejora de la autoconfianza del alumnado ante los retos de las materias STEM, la disminución de estereotipos de género y la ampliación de la diversidad en las elecciones vocacionales. Asimismo, se observa un fortalecimiento del vínculo entre el Bachillerato y la universidad, derivado de las colaboraciones con instituciones externas y de la implementación de prácticas orientadas a la realidad profesional. La proyección futura del proyecto contempla su expansión a otras materias científicas, como la Química, la Biología o la Tecnología, así como su incorporación a los planes de innovación pedagógica de los centros educativos. Esta ampliación permitiría consolidar una red interdisciplinar de orientación científica que favorezca la alfabetización científica y la igualdad



de oportunidades. En definitiva, “Elegir con Ciencia” constituye una propuesta educativa integral que une ciencia y orientación para formar estudiantes críticos, creativos e inspirados. Al situar la toma de decisiones en el corazón del aprendizaje, el proyecto fomenta la construcción de trayectorias personales con sentido, autonomía y compromiso social, respondiendo a la necesidad contemporánea de promover una ciudadanía científica consciente y vocacionalmente orientada hacia el futuro.



## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO

### Introducción

El recorrido de esta investigación y de la experiencia pedagógica asociada ha permitido descubrir que la Física, más allá de su aparente frialdad y rigor lógico, es una disciplina profundamente humana. Cada fórmula encierra una historia, cada ley refleja una pregunta que alguna vez se hizo una mente curiosa, y cada experimento simboliza la capacidad del ser humano para imaginar, comprobar y transformar la realidad. Enseñar Física es, por tanto, mucho más que enseñar ciencia: es enseñar una forma de mirar el mundo, una actitud ante la duda y una manera de entender la verdad.

A lo largo de las páginas precedentes se ha puesto de manifiesto que la Física puede desempeñar un papel decisivo en la formación integral del alumnado de Bachillerato, no solo por el desarrollo de sus competencias científicas, sino por su potencial para despertar vocaciones, fortalecer la autoestima académica y guiar hacia decisiones de futuro más libres, informadas y conscientes. La orientación vocacional, integrada en la enseñanza de las ciencias, puede convertirse en un hilo invisible que conecta los aprendizajes con los sueños, los contenidos curriculares con los anhelos personales y el aula con el proyecto vital de cada estudiante. Vivimos un tiempo en el que la educación debe responder no solo a los desafíos tecnológicos, sino también a los humanos. Enseñar ciencia es enseñar a pensar, a sentir la curiosidad como motor del conocimiento y a reconocerse como parte de un universo que espera ser comprendido. Por eso, este capítulo final no es un cierre, sino una apertura: una invitación a seguir explorando cómo la Física, cuando se enseña con pasión y sentido, puede transformarse en un faro que ilumine el futuro

académico y personal del alumnado. A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes y las propuestas que nacen de esta investigación. No se trata solo de un resumen de hallazgos, sino de una reflexión viva sobre la educación científica que queremos construir: una educación con alma, con horizonte y con esperanza.

## **1. La orientación vocacional como parte del aprendizaje científico**

Uno de los descubrimientos más reveladores de esta experiencia es que la orientación vocacional y el aprendizaje científico no son caminos paralelos, sino sendas que se entrelazan de manera natural. Cuando un estudiante comprende las leyes que rigen el movimiento o la propagación de la luz, no solo aprende Física: aprende a formular preguntas, a razonar con rigor y a confiar en su propia capacidad de comprender el mundo. Ese proceso de descubrimiento intelectual se transforma, de manera silenciosa pero poderosa, en un proceso de descubrimiento personal. Durante demasiado tiempo, la orientación vocacional se ha entendido como una acción puntual, relegada a una tutoría o a una charla informativa, desvinculada del corazón de las asignaturas. Sin embargo, los resultados de este proyecto demuestran que la orientación puede y debe integrarse en el día a día del aprendizaje, especialmente en las materias científicas, donde la observación, la indagación y la reflexión son parte esencial del método. La Física ofrece un contexto privilegiado para ello, porque su estudio no solo exige comprensión conceptual, sino también imaginación, perseverancia y capacidad para enfrentarse a la incertidumbre: las mismas cualidades necesarias para elegir un camino profesional y vital. Cada contenido del currículo de Física puede convertirse en una puerta hacia la orientación. Estudiar la mecánica permite explorar las leyes del movimiento, pero también reflexionar sobre la energía interior que impulsa nuestras decisiones. Analizar la termodinámica abre la posibilidad de hablar del equilibrio entre el esfuerzo y el descanso, entre la constancia y el cambio. Profundizar en la óptica invita a mirar la realidad desde distintas perspectivas y a comprender que la luz, como el conocimiento, se propaga mejor cuando se comparte. De este modo, los contenidos científicos se transforman en metáforas de la vida, y el aprendizaje adquiere una dimensión emocional y vocacional. El proceso de enseñanza-aprendizaje, cuando se vive desde la conexión entre el conocimiento y la identidad, se convierte en una experiencia significativa. El alumnado deja de aprender para aprobar y empieza a aprender para entender y, sobre todo, para encontrarse. La Física puede así convertirse en un espejo donde cada estudiante descubra no solo cómo funciona el universo, sino también qué lugar desea ocupar en él. El aula, concebida desde esta perspectiva, se transforma en un laboratorio de autoconocimiento. Las leyes de Newton ya no son solo reglas sobre la fuerza y el movimiento, sino principios que enseñan que toda acción tiene una consecuencia, que el equilibrio se alcanza con esfuerzo y que las trayectorias se modifican con una decisión. Comprender la relatividad del tiempo puede ayudar

al alumnado a relativizar sus propias incertidumbres, a entender que el crecimiento personal requiere paciencia y perspectiva. Incorporar la orientación vocacional en la enseñanza de la Física no es añadir un nuevo contenido, sino dotar de alma al conocimiento. Significa ofrecer al alumnado la oportunidad de relacionar lo que aprende con lo que siente, de descubrir que su curiosidad no es solo un requisito académico, sino una brújula vital. Y cuando esa conexión se produce, la motivación se multiplica, la confianza se fortalece y el aprendizaje adquiere sentido. Desde esta mirada, el profesor deja de ser un transmisor de contenidos para convertirse en un mediador de experiencias, un guía que acompaña, que observa y que ayuda a traducir la complejidad del mundo físico en claves de crecimiento personal. El alumnado aprende que cada fórmula es una historia que alguien escribió para comprender mejor el universo, y que ellos también pueden escribir las suyas propias: historias de descubrimiento, de esfuerzo y de vocación. La orientación vocacional, integrada en la enseñanza científica, no solo mejora los resultados académicos: humaniza la educación. Hace que aprender Física sea también aprender a decidir, a imaginar, a atreverse. Y eso, quizás, sea la lección más valiosa que la ciencia puede ofrecer a un joven que se prepara para elegir su futuro.

## **2. El papel transformador del profesorado de Física**

El profesorado de Física ocupa un lugar esencial en la construcción de una educación científica con sentido. No se limita a transmitir conocimientos, sino que encarna una manera de mirar el mundo y de relacionarse con él. Cada vez que un docente explica un fenómeno, plantea una pregunta o acompaña una duda, está dejando una huella que trasciende el aula. Enseñar Física no es solo explicar cómo se comporta la materia: es enseñar a pensar, a cuestionar, a construir significados. Es, en última instancia, enseñar a descubrir. A lo largo de este proyecto, ha quedado patente que el papel del profesorado es determinante no solo en el rendimiento académico del alumnado, sino en su manera de entender la ciencia y de situarse ante el conocimiento. Cuando un docente enseña con pasión, cuando muestra la belleza que hay detrás de una ecuación o la emoción que produce entender un fenómeno natural, el alumnado lo percibe y lo interioriza. La ciencia, entonces, deja de ser una abstracción y se convierte en una experiencia vital. El profesor o profesora de Física es, por tanto, mucho más que un transmisor de contenidos: es un mediador entre el conocimiento y la curiosidad, entre la lógica y la emoción. Su labor implica crear puentes, establecer vínculos y generar un clima de aula donde el asombro y la reflexión convivan con la precisión y el rigor. Esta conjunción entre el pensamiento racional y la sensibilidad pedagógica es lo que otorga al docente su auténtico poder transformador. Ser docente de Física en el siglo XXI supone asumir una triple tarea. La primera es instructiva, porque exige dominio conceptual, claridad expositiva y competencia científica. La segunda es educativa, ya que requiere atender al desarrollo integral del alumnado, fomentando la autonomía, la cooperación y el

pensamiento crítico. Pero hay una tercera dimensión, quizás la más silenciosa y profunda: la orientadora. En ella, el docente se convierte en acompañante de la construcción vocacional del estudiante, en alguien que ayuda a conectar lo que se aprende con lo que se es. Esta función orientadora no siempre se enseña en las facultades ni se recoge explícitamente en los currículos, pero es fundamental. El docente que observa, que escucha, que reconoce las fortalezas de su alumnado y las impulsa, está sembrando vocaciones. Cada gesto de apoyo, cada palabra de aliento o cada momento de diálogo puede ser decisivo para que un joven decida seguir un camino u otro. En ocasiones, una simple frase pronunciada por un profesor en el momento justo puede abrir horizontes que cambian una vida. Por eso, fomentar vocaciones científicas no depende solo del contenido de las clases, sino del clima que el profesorado logra crear en ellas. Un aula donde se respeta la pregunta, donde el error se entiende como parte del aprendizaje y donde la curiosidad es celebrada, es un espacio fértil para el florecimiento vocacional. En cambio, un entorno rígido, competitivo o excesivamente centrado en la evaluación tiende a apagar la chispa de la exploración. El proyecto “Elegir con Ciencia” ha mostrado que cuando el docente se implica emocionalmente en el proceso educativo, el alumnado responde con mayor compromiso. La Física deja de ser un obstáculo y se convierte en un desafío estimulante. Los estudiantes se atreven a equivocarse, a experimentar, a debatir. Aprenden que la ciencia no es una verdad cerrada, sino una búsqueda abierta. Y esa experiencia, guiada por un profesorado motivador, puede despertar vocaciones que perduren más allá del aula. Para que este papel transformador sea posible, es necesario que el profesorado disponga de formación específica en orientación educativa y didáctica de las ciencias, así como de recursos metodológicos que le permitan integrar la reflexión vocacional en la enseñanza. La actualización permanente, la participación en proyectos de innovación pedagógica y la colaboración con universidades y centros de investigación son caminos que fortalecen su labor y enriquecen su mirada profesional. El docente de Física del siglo XXI debe ser también un aprendiz permanente, alguien que se maravilla junto a sus estudiantes, que experimenta, que se equivoca y que aprende con ellos. Enseñar ciencia implica aceptar que el conocimiento está en constante transformación, que cada nueva teoría cuestiona la anterior y que la verdad se construye colectivamente. Esa humildad intelectual, unida a la pasión por el conocimiento, convierte al profesorado en un referente no solo académico, sino humano. Pero el poder del docente no radica únicamente en su saber, sino en su capacidad de inspirar confianza. Un profesor que cree en las capacidades de su alumnado actúa como un espejo que devuelve una imagen positiva y fortalecedora. Cuando un estudiante siente que alguien confía en él, su percepción del aprendizaje cambia: el miedo se transforma en curiosidad, la inseguridad en deseo de superación. En ese acto de fe pedagógica reside uno de los mayores actos de orientación que un docente puede

ofrecer. Por ello, el reto no consiste únicamente en formar profesorado competente desde el punto de vista científico, sino también comprometido desde el punto de vista humano. El verdadero profesor de Física no enseña solo leyes, sino actitudes ante el conocimiento: la paciencia del experimento, la honestidad ante el error, la emoción del hallazgo, la responsabilidad ante la verdad. Su aula es un microcosmos del método científico, pero también un espacio de crecimiento personal. Cuando los estudiantes observan en su profesor la coherencia entre lo que enseña y lo que es, comprenden que la ciencia no es algo ajeno, sino una forma de vivir con atención, con sentido y con respeto por la realidad. Y cuando descubren que el aprendizaje puede ser un acto de amor por el mundo, nace en ellos una vocación que trasciende la elección profesional: la vocación de aprender siempre, de contribuir, de mejorar la vida de los demás.

En última instancia, el papel del profesorado de Física no consiste solo en preparar a futuros científicos, sino en formar ciudadanos lúcidos, críticos y sensibles, capaces de tomar decisiones informadas en una sociedad donde la ciencia impregna todos los ámbitos de la vida. En sus manos está el poder de transformar la curiosidad en vocación, el conocimiento en compromiso y el aula en un espacio donde se aprende no solo a comprender el universo, sino a habitarlo con conciencia.

### **3. La necesidad de una cultura escolar orientadora y científica**

El propósito de transformar la enseñanza de la Física y de integrar en ella la orientación vocacional no puede depender únicamente del entusiasmo o del compromiso individual del profesorado. Para que el cambio sea real y sostenible, es imprescindible que se consolide una cultura escolar orientadora y científica, compartida por toda la comunidad educativa. Una cultura escolar de este tipo implica comprender la escuela no solo como un espacio de transmisión de saberes, sino como un entorno de crecimiento personal, social y profesional. En ella, cada materia contribuye a formar una visión coherente del mundo, y cada docente, desde su ámbito, asume la responsabilidad de acompañar al alumnado en la construcción de su identidad. En ese contexto, la Física puede ocupar un papel central, no solo por su valor cognitivo, sino porque encarna algunos de los principios más valiosos de la vida intelectual: la búsqueda de la verdad, el respeto por la evidencia y la colaboración en torno al conocimiento.

Construir una cultura escolar orientadora significa que la orientación no se reduzca a una función del Departamento correspondiente, sino que impregne la práctica docente cotidiana. Significa que cada actividad, cada conversación y cada experiencia en el aula puedan despertar una reflexión vocacional. Cuando el alumnado percibe que su escuela confía en su potencial, que le ofrece oportunidades para explorar y decidir, empieza a comprender que su futuro no es algo que se le impone, sino un camino que se construye. En ese proceso, la Física puede convertirse

en un auténtico catalizador. Su enseñanza combina la precisión del razonamiento con la apertura a lo desconocido, y esa dualidad se asemeja a la tarea de orientar: partir de lo que sabemos para atrevernos a imaginar lo que aún no comprendemos. Cuando el alumnado participa activamente en experimentos, debates o proyectos científicos, experimenta de manera tangible lo que significa pensar con método y sentir con curiosidad. Este tipo de aprendizaje no solo desarrolla competencias cognitivas, sino también actitudes ante la vida: paciencia, rigor, colaboración, humildad intelectual y capacidad de asombro. Una cultura escolar orientadora y científica debe, además, ser inclusiva y democrática. La ciencia no puede presentarse como patrimonio de unos pocos, sino como una aventura colectiva a la que todos pueden contribuir. La escuela tiene la responsabilidad de derribar estereotipos y de ofrecer modelos diversos que reflejen la pluralidad del mundo científico. Visibilizar a mujeres investigadoras, a científicos de distintos orígenes y trayectorias, y a profesionales que trabajan en ámbitos aplicados o interdisciplinarios, amplía la percepción del alumnado sobre lo que significa “ser científico” y permite que más jóvenes se identifiquen con esas vocaciones.

Del mismo modo, una cultura científica sólida requiere que la escuela dialogue con la sociedad. Los centros educativos no pueden permanecer aislados de los retos contemporáneos: la sostenibilidad, la salud, la energía, la inteligencia artificial, el cambio climático o la justicia tecnológica. Cuando el alumnado percibe que la ciencia que estudia en clase tiene relación directa con los grandes problemas del mundo, su aprendizaje se llena de sentido y su motivación crece. Fomentar esta cultura implica también repensar los espacios y tiempos de aprendizaje. Los laboratorios deben dejar de ser lugares reservados para prácticas esporádicas y convertirse en escenarios vivos de exploración. La tecnología digital, bien integrada, puede ampliar la frontera de lo posible, permitiendo al alumnado simular fenómenos complejos, analizar datos o compartir proyectos con otras instituciones. No se trata de sustituir la experiencia directa por pantallas, sino de multiplicar las posibilidades del descubrimiento. Asimismo, las familias tienen un papel fundamental. Su implicación no se limita al apoyo académico, sino que puede convertirse en un acompañamiento emocional y vocacional. Cuando los progenitores comprenden la importancia de la curiosidad científica y valoran el aprendizaje como un proceso de crecimiento, contribuyen a que sus hijos se enfrenten al futuro con confianza y autonomía. Las escuelas que logran implicar a las familias en la divulgación científica, en jornadas de puertas abiertas o en proyectos conjuntos, consiguen que la educación se extienda más allá del aula y se convierta en una experiencia comunitaria. En definitiva, construir una cultura escolar orientadora y científica requiere una mirada compartida: una visión en la que la orientación deje de ser un complemento y se convierta en el alma de la educación. En esa cultura, la Física y las ciencias no son solo asignaturas, sino lenguajes para comprender el mundo y



para construir proyectos personales con fundamento. Una escuela que orienta a través de la ciencia es una escuela que enseña a pensar con libertad, a decidir con responsabilidad y a soñar con conocimiento.

#### **4. Desafíos y oportunidades en la era digital**

El siglo XXI se caracteriza por un cambio vertiginoso en todos los ámbitos de la vida humana. La revolución tecnológica ha alterado nuestras formas de comunicarnos, de trabajar, de aprender e incluso de pensar. En este nuevo escenario, la educación científica afronta desafíos inéditos, pero también se abre a un horizonte de oportunidades inmensas. La era digital ha traído consigo un acceso sin precedentes al conocimiento. Nunca los jóvenes habían tenido a su alcance tantas fuentes de información, tantas herramientas de aprendizaje, tantas posibilidades de conexión con otras mentes inquietas. Sin embargo, esa abundancia de datos no garantiza comprensión; al contrario, puede generar dispersión, desorientación y un sentimiento de superficialidad. Por eso, uno de los grandes retos de la enseñanza de la Física y de las ciencias en general consiste en enseñar a discernir, analizar y pensar críticamente en medio del ruido informativo. La Física, con su estructura lógica y su método experimental, puede convertirse en un ancla frente a la volatilidad del mundo digital. En un entorno donde la inmediatez y la apariencia predominan, el trabajo científico enseña la paciencia de la comprobación, el valor del error como fuente de conocimiento y la importancia de contrastar las evidencias. La práctica de laboratorio, real o virtual, se transforma así en una metáfora de la vida contemporánea: frente al exceso de estímulos, la ciencia propone la observación atenta, el razonamiento pausado y la búsqueda honesta de la verdad. Al mismo tiempo, las tecnologías emergentes abren nuevas vías para enseñar y aprender Física de maneras más dinámicas, creativas y colaborativas. Los simuladores digitales, las plataformas de aprendizaje adaptativo, la inteligencia artificial o la realidad aumentada permiten al alumnado experimentar fenómenos que antes eran inaccesibles. Pueden visualizar campos electromagnéticos, explorar el cosmos, modelizar sistemas caóticos o reproducir condiciones imposibles en el laboratorio escolar. Estas herramientas, bien utilizadas, despiertan la curiosidad y potencian la comprensión profunda de los conceptos. Pero la innovación tecnológica no debe ser un fin en sí misma. No basta con incorporar dispositivos o programas si no van acompañados de una pedagogía reflexiva. La tecnología, sin una mirada humana que la oriente, corre el riesgo de sustituir la experiencia por el espectáculo, de convertir la curiosidad en consumo y el aprendizaje en rutina. Por eso, el verdadero desafío educativo no es tecnológico, sino ético y pedagógico: enseñar a los jóvenes a utilizar las herramientas digitales con criterio, creatividad y responsabilidad. La Física, como disciplina, puede ser un espacio ideal para trabajar esta alfabetización digital crítica. Cuando los estudiantes aprenden a medir, a simular o a analizar datos, no solo adquieren destrezas técnicas; aprenden también a reconocer los

límites del conocimiento, a distinguir lo probable de lo cierto y a comprender que detrás de cada modelo hay una interpretación del mundo. Esa conciencia epistemológica es clave en una sociedad saturada de información. Además, la era digital ha transformado profundamente el mundo laboral. Surgen profesiones que hace apenas una década no existían, mientras otras desaparecen o se redefinen. En este contexto, la orientación vocacional cobra una importancia renovada: ya no se trata solo de elegir una carrera, sino de aprender a aprender toda la vida. Las competencias que demanda el siglo XXI, pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración, flexibilidad, comunicación científica, coinciden, en gran medida, con las que la enseñanza de la Física puede desarrollar cuando se plantea de forma activa y contextualizada.

Por ello, integrar la orientación vocacional en el aprendizaje científico no es un lujo, sino una necesidad estratégica. El alumnado debe entender que la ciencia no es un conocimiento cerrado, sino un proceso en continua evolución, igual que sus propias trayectorias vitales. Aprender Física es, de algún modo, aprender a adaptarse: a cuestionar los supuestos, a buscar nuevas soluciones, a comprender que cada respuesta abre nuevas preguntas. En esa dinámica reside la verdadera educación para el futuro. Las oportunidades de la era digital son inmensas si se orientan hacia la equidad y la participación. Las redes permiten conectar a estudiantes de distintos lugares, compartir proyectos, acceder a recursos de investigación o interactuar con científicos y divulgadores. Los laboratorios virtuales democratizan la experimentación y las plataformas abiertas difunden conocimiento de calidad más allá de las fronteras geográficas o económicas. La ciencia, mediada por la tecnología, puede así convertirse en una fuerza democratizadora, capaz de reducir desigualdades y de inspirar vocaciones donde antes no había acceso ni referentes. Sin embargo, esta misma tecnología plantea nuevos dilemas: la dependencia digital, la pérdida de atención sostenida, la fragmentación del pensamiento o el aislamiento emocional. Por ello, la escuela, y especialmente la enseñanza de la ciencia, debe ofrecer espacios donde el aprendizaje recupere su dimensión humana, donde el silencio, la observación y la conversación vuelvan a tener valor. En el laboratorio, en la reflexión sobre un experimento o en el análisis de un problema complejo, los estudiantes redescubren la calma del pensamiento y la belleza del esfuerzo intelectual. En última instancia, la educación científica en la era digital no debería aspirar a formar solo técnicos competentes, sino ciudadanos conscientes, capaces de comprender las implicaciones éticas, sociales y ambientales del progreso tecnológico. La Física, con su doble dimensión, teórica y aplicada, ofrece el marco perfecto para abordar estas cuestiones y para despertar en el alumnado una responsabilidad cívica hacia el uso del conocimiento. De esta forma, el futuro de la enseñanza de la Física no se mide únicamente por la precisión de los cálculos o el número de experimentos realizados, sino por la capacidad de despertar en

los jóvenes una mirada científica que combine curiosidad y compasión, análisis y sensibilidad. En medio del vértigo digital, esa mirada es más necesaria que nunca: porque solo quien comprende el mundo puede transformarlo con justicia y esperanza.

## **5. Recomendaciones para docentes y centros educativos**

Toda investigación educativa adquiere su verdadero sentido cuando trasciende el papel y se convierte en acción. Las reflexiones y resultados obtenidos en este proyecto no pretenden quedar confinados en la teoría, sino servir como guía y estímulo para quienes, desde las aulas, los departamentos o las direcciones de los centros, tienen la misión de acompañar al alumnado en su crecimiento intelectual y personal. En ese espíritu se enmarcan las siguientes recomendaciones, concebidas no como una lista cerrada, sino como un conjunto de principios vivos que pueden adaptarse a cada contexto educativo. El primer paso hacia una educación científica verdaderamente orientadora consiste en integrar la orientación vocacional en el currículo. La Física no debe presentarse únicamente como un cuerpo de conocimientos, sino como una experiencia vital que conecta con los intereses, las inquietudes y las aspiraciones de los estudiantes. Para ello, cada unidad didáctica puede incluir actividades de reflexión personal, análisis de profesiones científicas o proyectos aplicados a problemas reales. De este modo, el aprendizaje deja de ser una sucesión de temas y se convierte en un itinerario de descubrimiento.

Los docentes de Física pueden promover, por ejemplo, pequeñas investigaciones que vinculen los conceptos teóricos con ámbitos profesionales concretos: el estudio del sonido con la acústica médica o la ingeniería de sonido, la óptica con la oftalmología o la fotografía científica, el electromagnetismo con las telecomunicaciones o la neurociencia. Estas conexiones no solo refuerzan la comprensión conceptual, sino que revelan al alumnado la dimensión humana y social de la ciencia. Aprenden, así, que detrás de cada fenómeno físico hay personas, profesiones, desafíos y sueños. El aprendizaje por proyectos y la metodología de indagación son herramientas especialmente valiosas para fomentar esta integración. Cuando el alumnado asume un rol activo, cuando diseña un experimento, formula hipótesis, analiza resultados o comunica sus conclusiones, desarrolla competencias científicas y personales que resultan fundamentales para su orientación. Descubre qué tipo de tareas le apasionan, cómo gestiona la incertidumbre, cómo colabora en equipo y de qué manera enfrenta los errores. Cada experiencia práctica se convierte, en sí misma, en una experiencia orientadora. Al mismo tiempo, es esencial que los centros educativos generen una atmósfera de confianza y cooperación. La orientación vocacional no puede recaer únicamente en la figura del tutor o del orientador, sino que debe ser un esfuerzo compartido entre todo el claustro. Cada docente, desde su especialidad, puede contribuir a mostrar que el conocimiento es

una red interconectada de significados y que las decisiones de futuro no se toman en un vacío, sino en diálogo con la propia historia personal y con el entorno.

La colaboración entre el profesorado de Física y el Departamento de Orientación resulta especialmente fructífera. Juntos pueden diseñar itinerarios de aprendizaje interdisciplinar, organizar talleres sobre salidas profesionales científicas, realizar visitas a universidades o centros de investigación y ofrecer espacios de tutoría donde los estudiantes analicen su propio perfil vocacional. Estas acciones conjuntas convierten la orientación en un proceso continuo, coherente y contextualizado. Asimismo, es fundamental visibilizar referentes diversos en la enseñanza de la ciencia. Mostrar al alumnado biografías de científicas y científicos de distintas épocas, culturas y trayectorias contribuye a romper estereotipos y a ampliar el horizonte de lo posible. Las figuras de Marie Curie, Stephen Hawking, Margarita Salas o Katherine Johnson, por ejemplo, pueden ser presentadas no solo por sus logros, sino por las historias humanas que encierran: la perseverancia ante la adversidad, la pasión por el conocimiento, la vocación de servicio a la humanidad. Al verse reflejados en esos relatos, los estudiantes comprenden que la ciencia también tiene rostro, voz y emoción. Otra recomendación clave es fortalecer la relación entre los centros educativos y las instituciones científicas y universitarias. Las visitas a laboratorios, los proyectos de colaboración, las charlas con investigadores o las ferias de ciencia son experiencias de enorme valor formativo. No solo permiten que los jóvenes conozcan de cerca la realidad de la investigación y la innovación, sino que también despiertan la sensación de pertenencia a una comunidad de conocimiento más amplia. Esa conexión entre la escuela y el mundo científico contribuye a que la Física se perciba como una materia viva, en constante evolución y llena de posibilidades profesionales.

En el ámbito institucional, los centros pueden también impulsar programas de mentorización entre estudiantes de Bachillerato y antiguos alumnos que cursan estudios universitarios de carácter científico. Estos encuentros intergeneracionales facilitan la identificación y el intercambio de experiencias reales, reforzando la confianza del alumnado en su capacidad para afrontar los retos académicos y profesionales del futuro. Por otra parte, resulta prioritario formar al profesorado en competencias orientadoras. En muchas ocasiones, los docentes poseen una sólida formación científica, pero carecen de herramientas para acompañar al alumnado en la reflexión personal o en la toma de decisiones vocacionales. Incluir módulos de orientación en la formación permanente del profesorado permitiría que cada docente pudiera integrar, de manera natural, la dimensión vocacional en su práctica diaria. La equidad y la inclusión deben estar presentes en todas estas acciones. Orientar con justicia significa ofrecer oportunidades reales a todo el alumnado, independientemente de su género, su origen o su contexto socioeconómico. La escuela tiene la responsabilidad de compensar desigualdades y

de garantizar que nadie se quede atrás por falta de referentes o de recursos. En este sentido, la orientación científica puede convertirse en una poderosa herramienta de transformación social, capaz de abrir puertas y de generar confianza en quienes, a menudo, no se sienten llamados a la ciencia. Asimismo, los centros deberían establecer mecanismos de evaluación del impacto de sus acciones orientadoras. No basta con realizar actividades; es necesario reflexionar sobre su eficacia y aprender de la experiencia. Cuestionarios de satisfacción, análisis de las elecciones de estudios posteriores, entrevistas con el alumnado y seguimiento de trayectorias académicas pueden ofrecer datos valiosos para ajustar las estrategias y mejorar los resultados. La evaluación, entendida como un proceso reflexivo y no sancionador, garantiza la sostenibilidad de las buenas prácticas. Finalmente, una recomendación de carácter más amplio, pero no menos esencial, es preservar el sentido humano de la educación científica. En un contexto cada vez más marcado por la tecnología y la productividad, conviene recordar que enseñar Física es, en el fondo, enseñar a mirar el mundo con asombro y respeto. Los centros que fomentan la curiosidad, que valoran la pregunta tanto como la respuesta y que promueven la cooperación sobre la competencia, están sembrando algo mucho más valioso que el éxito académico: están formando ciudadanos capaces de pensar con rigor y de actuar con empatía. Estas recomendaciones no son recetas, sino invitaciones. Cada centro, cada docente y cada comunidad educativa puede reinterpretarlas según sus necesidades y posibilidades. Lo importante es mantener viva la convicción de que la ciencia, y la Física en particular, puede ser un camino hacia la libertad interior y hacia la comprensión profunda del mundo. Porque educar no consiste solo en preparar para el futuro, sino en ayudar a cada estudiante a descubrir su lugar en él.

## **6. Hacia una educación científica con sentido**

Toda reflexión sobre la enseñanza de la Física y, por extensión, de las ciencias, culmina inevitablemente en una pregunta esencial: ¿para qué educamos? Si la escuela se limitara a transmitir información, su función podría ser reemplazada por cualquier repositorio digital. Pero educar es mucho más que enseñar contenidos; es acompañar a las personas en el descubrimiento de sí mismas y del mundo que habitan. En este sentido, la educación científica debe recuperar su dimensión más profunda: la de ser una búsqueda de sentido. La Física no solo explica cómo se mueve el universo, sino que nos invita a preguntarnos por qué ese movimiento nos conmueve, por qué la belleza de una ecuación puede emocionar, por qué comprender una ley natural nos hace sentir más conectados con la vida. Enseñar ciencia es, por tanto, enseñar humanidad. Una educación científica con sentido no se centra únicamente en el resultado de un experimento o en la resolución correcta de un problema. Se preocupa también por lo que ese proceso provoca en el alumno: la paciencia que requiere, la duda que despierta, la alegría que produce entender. Cada experiencia científica contiene un aprendizaje emocional que muchas veces

pasa desapercibido, pero que es el verdadero núcleo de la formación integral. Cuando un estudiante observa el movimiento de un péndulo, mide la caída de un objeto o calcula la trayectoria de un planeta, está, en realidad, entrenando su capacidad de atención, su respeto por la evidencia y su perseverancia ante el error. Está aprendiendo que el conocimiento se construye poco a poco, con esfuerzo, con rigor, pero también con sensibilidad y admiración. Y en ese proceso, sin darse cuenta, va moldeando una actitud ante la vida: la actitud de quien busca comprender antes que juzgar, de quien confía en la razón sin renunciar a la emoción, de quien ve en el mundo una invitación constante al descubrimiento. Esa es la gran tarea de la educación científica contemporánea: unir la razón con la emoción, la precisión con la imaginación, la objetividad con la empatía. No se trata de convertir la ciencia en un discurso sentimental, sino de reconocer que el conocimiento pierde parte de su sentido si no se traduce en un compromiso con el ser humano y con el planeta que habitamos. La Física, cuando se enseña con profundidad y conciencia, no solo despierta mentes analíticas; también puede despertar almas sensibles, dispuestas a usar el conocimiento para mejorar la vida. Una educación científica con sentido invita al alumnado a mirar el mundo con ojos de científico y con corazón de ciudadano. Les enseña que cada avance tecnológico implica una responsabilidad ética, que cada descubrimiento lleva implícita una pregunta sobre su impacto en la sociedad y en el entorno. Les ayuda a comprender que el conocimiento no es poder, sino servicio. Que el verdadero progreso no se mide solo en innovaciones, sino en la capacidad de usarlas con sabiduría. Para lograrlo, el aula de Física debe ser algo más que un espacio de transmisión de teorías. Debe convertirse en un laboratorio de pensamiento y de vida, donde las fórmulas convivan con las preguntas, donde el cálculo se una al asombro y donde la precisión se equilibre con la creatividad. En ese laboratorio, cada estudiante puede descubrir que la curiosidad es una forma de amor por el mundo, que el rigor es una forma de respeto y que la ciencia, lejos de ser fría o distante, es una expresión de nuestra necesidad más humana de comprender. Cuando la enseñanza de la Física alcanza esta dimensión, el aprendizaje deja de ser una obligación y se transforma en una experiencia interior. Los estudiantes ya no estudian para aprobar, sino porque sienten que están participando de algo más grande: el diálogo entre la humanidad y la naturaleza. Comprenden que su esfuerzo no solo les prepara para una profesión, sino para una forma de estar en el mundo más lúcida y más compasiva. Esta educación con sentido también exige humildad. Ni el profesorado ni la ciencia poseen todas las respuestas. Enseñar con sentido significa reconocer los límites del conocimiento, aceptar la incertidumbre como parte de la verdad y transmitir al alumnado la importancia de seguir preguntando siempre. En esa humildad se encuentra la raíz de la auténtica sabiduría: la certeza de que aprender es un proceso que nunca termina.

La Física puede ser, así, un camino hacia la trascendencia del pensamiento. Nos enseña que el universo es un entramado de relaciones, de equilibrios y de energías que se transforman. De la misma forma, la educación se convierte en ese tejido invisible que conecta generaciones, que transforma la curiosidad de hoy en el conocimiento de mañana, y que hace de cada mente joven una promesa de futuro. En un mundo que a menudo valora la rapidez más que la profundidad, la educación científica con sentido actúa como un recordatorio: la comprensión verdadera requiere tiempo, atención y entrega. Aprender a pensar con rigor es aprender a vivir con plenitud. Comprender una ley física es, en cierto modo, comprendernos a nosotros mismos, porque los mismos principios que rigen el universo rigen también nuestras vidas: el equilibrio, la energía, la transformación, la interacción. Por eso, una educación científica con sentido no se limita a formar científicos, sino personas completas: curiosas, críticas, compasivas y comprometidas. Personas que saben mirar el cielo con admiración, pero también la tierra con responsabilidad. Personas que entienden que el conocimiento sin ética es vacío, y que la inteligencia sin empatía puede volverse ciega. Si la escuela logra transmitir esa visión, si el aula de Física se convierte en un espacio donde razón y emoción convivan en armonía, entonces la ciencia volverá a ocupar el lugar que le corresponde: el de ser una expresión de la inteligencia humana al servicio de la vida. Y ese, quizás, sea el mayor logro educativo al que podemos aspirar: que el alumnado no solo aprenda Física, sino que aprenda a vivir científicamente, es decir, con curiosidad, con respeto y con sentido.

### **Conclusión del Capítulo 7**

El recorrido de este trabajo ha sido, en realidad, un viaje: un itinerario de pensamiento, de práctica y de esperanza. Desde la primera pregunta que dio origen al proyecto ¿es posible enseñar Física y, al mismo tiempo, acompañar al alumnado en la elección de su futuro? hasta las conclusiones finales que ahora se presentan, se ha ido tejiendo una convicción profunda: la ciencia puede ser un camino hacia el autoconocimiento y la libertad. La Física, con su precisión y su poesía oculta, tiene el poder de despertar en los jóvenes no solo el deseo de comprender el mundo, sino también el impulso de transformarlo. Cuando se enseña con pasión, cuando se vincula con la vida y se humaniza, la ciencia se convierte en un espejo donde el estudiante se ve reflejado y se reconoce como parte de algo mayor: un universo de significados, de relaciones y de posibilidades. El proyecto “Elegir con Ciencia” ha demostrado que integrar la orientación vocacional en el aula no es una tarea utópica, sino una necesidad pedagógica y humana. Cada contenido del currículo puede abrir un diálogo con el futuro; cada práctica experimental puede convertirse en una metáfora de la elección, del esfuerzo y de la búsqueda personal. Al conectar la Física con las profesiones, con las emociones y con los sueños, la enseñanza deja de ser una obligación y se transforma en una aventura de sentido. Educar en ciencia,

desde esta mirada, es un acto de confianza: confianza en la capacidad de los jóvenes para pensar, para sentir, para decidir; confianza en el poder del conocimiento como herramienta de emancipación; confianza en que la curiosidad, bien orientada, puede ser el motor de un futuro más justo y más humano. Esa confianza es la raíz de toda vocación docente y el corazón de toda orientación significativa. A lo largo del desarrollo de este proyecto, se ha puesto de manifiesto que la Física puede y debe ser un instrumento de inspiración y equidad. La orientación vocacional integrada no solo ayuda a los estudiantes a elegir sus estudios, sino que contribuye a derribar estereotipos, a visibilizar referentes diversos y a ampliar los horizontes de quienes nunca habían imaginado su lugar en la ciencia. Cada alumna que se atreve a soñar con la investigación, cada estudiante que descubre su talento analítico o su curiosidad experimental, es una victoria silenciosa de la educación. El futuro de la enseñanza científica pasa por entender que la ciencia no se enseña solo con fórmulas, sino con ejemplos; no solo con datos, sino con valores. Enseñar Física es enseñar a mirar con asombro, a cuestionar con rigor, a comprender con empatía. Es ofrecer a los jóvenes un lenguaje para descifrar la realidad y una brújula para orientarse en ella. En un tiempo de incertidumbre global, esa brújula es más necesaria que nunca. Pero este futuro no se construirá solo desde las aulas: necesita de centros educativos comprometidos con la innovación, de docentes formados y apasionados, de familias que acompañen con confianza y de políticas que reconozcan la orientación como parte esencial del proceso educativo. Solo así podremos consolidar una cultura escolar donde la ciencia sea un puente entre la razón y la esperanza, entre la escuela y la sociedad, entre el conocimiento y la vida. “Elegir con Ciencia” no es únicamente un proyecto didáctico; es una declaración de principios. Afirmar que el aprendizaje puede ser un acto de libertad, que el conocimiento puede humanizar y que la orientación no consiste en señalar caminos, sino en ayudar a cada estudiante a descubrir el suyo. Enseñar ciencia desde esta perspectiva es un compromiso con el futuro, pero también con el presente: con cada mirada de curiosidad, con cada pregunta valiente, con cada deseo de comprender. Fomentar vocaciones científicas no es un objetivo aislado ni un reto exclusivo de la Física; es una apuesta por una ciudadanía más crítica, más informada y más empática. Una sociedad que valora la ciencia es una sociedad que valora la verdad, el diálogo y el pensamiento. Formar estudiantes que “elijan con ciencia” es formar seres humanos que elijan con conciencia: que sepan decidir no solo qué quieren ser, sino quiénes quieren llegar a ser. En el fondo, todo proyecto educativo auténtico aspira a dejar una huella invisible: la de haber despertado algo en quien aprende. Si al concluir este proceso un solo alumno mira el mundo con más curiosidad, si una sola alumna se atreve a imaginar su futuro en la ciencia, si un solo docente redescubre en su enseñanza una fuente de sentido, el objetivo estará cumplido. Porque enseñar ciencia, enseñar Física, no es únicamente explicar leyes del universo: es ayudar a cada estudiante a



comprender que él mismo forma parte de ese universo, que su pensamiento tiene poder, que su curiosidad tiene valor. En un cosmos inmenso, lleno de enigmas aún por resolver, la educación sigue siendo el acto más luminoso del ser humano: una manera de encender conciencias, de ampliar horizontes y de recordarnos que, aunque no sepamos todas las respuestas, seguimos teniendo la capacidad infinita de preguntar. “Elegir con Ciencia” significa, en última instancia, elegir con conocimiento, con libertad y con amor por el saber. Significa enseñar para que cada estudiante pueda construir su propio futuro sin renunciar a su humanidad. Significa creer que la ciencia, cuando se une al corazón, puede transformar el mundo. Y esa, quizás, sea la mayor lección de todas: que la educación científica, cuando se vive con sentido, no solo forma mentes brillantes, sino almas despiertas. Que detrás de cada fórmula hay una historia, detrás de cada experimento, una esperanza, y detrás de cada alumno, un universo por descubrir.



## BIBLIOGRAFÍA

- American School Counselor Association. (2019). *Modelo nacional ASCA: Un marco para los programas de orientación escolar* (4ª ed.). Alexandria, VA: ASCA.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). “No femenina, no sexy, no glamurosa”: Construcciones de aspiraciones científicas en niñas de primaria y sus familias. *Pedagogía, Cultura y Sociedad*, 21(1), 171–194.
- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología del aprendizaje verbal significativo*. Nueva York: Grune & Stratton.
- Bandura, A. (1997). *Autoeficacia: El ejercicio del control*. Nueva York: W. H. Freeman.
- Bisquerra, R. (2009). *Orientación psicopedagógica y educación emocional*. Barcelona: Praxis.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Dentro de la caja negra: Cómo mejorar los estándares a través de la evaluación en el aula. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139–148.
- Blickenstaff, J. C. (2005). Mujeres y carreras científicas: ¿Fuga de talento o filtro de género? *Gender and Education*, 17(4), 369–386.
- Cedefop. (2020). *Política y práctica de la orientación profesional durante la pandemia*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Comisión Europea. (2015). *Educación científica para una ciudadanía responsable*. Bruselas: Comisión Europea.
- Comisión Europea. (2018). *Grupo de alto nivel sobre el aumento de los recursos humanos en ciencia y tecnología en Europa*. Bruselas: Comisión Europea.
- Consejo Escolar del Estado. (2022). *Informe sobre el sistema educativo español*. Madrid: Ministerio de Educación.

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). El “qué” y el “por qué” de las metas: Necesidades humanas y autodeterminación del comportamiento. *Psychological Inquiry*, 1(4), 227–268.
- European Schoolnet. (2020). *Prácticas de educación STEM en Europa*. Bruselas: European Schoolnet.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). (2022). *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España*. Madrid: FECYT.
- Fundación CYD. (2023). *Informe CYD 2023*. Barcelona: Fundación Conocimiento y Desarrollo.
- Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2005). Educación científica para la ciudadanía: una enseñanza de las ciencias orientada a la acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 11–22.
- Ginzberg, E., Ginsburg, S. W., Axelrad, S., & Herma, J. L. (1951). *Elección ocupacional: una aproximación a una teoría general*. Nueva York: Columbia University Press.
- Gysbers, N. C., & Henderson, P. (2012). *Desarrollo y gestión del programa de orientación y asesoramiento escolar* (5ª ed.). Alexandria, VA: Asociación Americana de Asesoramiento.
- Hattie, J. (2009). *Aprendizaje visible: Síntesis de más de 800 metaanálisis sobre el rendimiento*. Londres/Nueva York: Routledge.
- Hodson, D. (1993). Repensar lo tradicional: hacia un enfoque más crítico del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias. *Studies in Science Education*, 22, 85–142.
- Holland, J. L. (1997). *Elección vocacional: una teoría de las personalidades vocacionales y los entornos laborales* (3ª ed.). Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. En R. K. Sawyer (Ed.), *Manual Cambridge de las ciencias del aprendizaje* (pp. 317–334). Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1988). *Aprender a aprender*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OCDE. (2015). *El ABC de la igualdad de género en la educación*. París: Publicaciones de la OCDE.
- OCDE. (2020). *Panorama de la educación 2020: Indicadores de la OCDE*. París: Publicaciones de la OCDE.
- Parsons, F. (1909). *Elegir una vocación*. Boston: Houghton Mifflin.
- Rodríguez Espinar, S. (1993). *Teoría y práctica de la orientación educativa*. Barcelona: Ariel.
- Rodríguez Moreno, M. A. (2000). *Orientación e intervención psicopedagógica*. Barcelona: Ariel.

- Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Savickas, M. L. (2005). La teoría y práctica de la construcción de la carrera. En S. D. Brown & R. W. Lent (Eds.), *Desarrollo y orientación profesional: teoría e investigación aplicada* (pp. 42–70). Hoboken, NJ: Wiley.
- Super, D. E. (1990). Un enfoque vital y espacial del desarrollo de la carrera. En D. Brown & L. Brooks (Eds.), *Elección y desarrollo de la carrera* (2ª ed., pp. 197–261). San Francisco: Jossey-Bass.
- UNESCO. (2017). *Descifrando el código: la educación de las niñas y las mujeres en STEM*. París: UNESCO.
- UNESCO. (2021). *Reimaginar nuestros futuros juntos: un nuevo contrato social para la educación*. París: UNESCO.
- Universidad de Colorado Boulder. (2024). *Simulaciones interactivas PhET*. <https://phet.colorado.edu>

Elegir una carrera universitaria es una de las decisiones más determinantes en la vida del alumnado preuniversitario. En el caso de las ciencias, esta elección requiere no solo conocimiento, sino también motivación, orientación y confianza en las propias capacidades.

El libro del Prof. D. Miguel Martínez Mateo, licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada, funcionario de carrera y profesor de enseñanza secundaria, con una laureada trayectoria profesional, explora cómo la enseñanza de la Física en Segundo de Bachillerato puede convertirse en una herramienta clave para despertar vocaciones científicas y acompañar al estudiantado en su proceso de elección universitaria. A través de un enfoque didáctico, reflexivo y basado en experiencias reales del aula, se analizan estrategias pedagógicas, actividades prácticas y recursos orientadores que permiten vincular los contenidos de la Física con las distintas disciplinas científicas del entorno universitario.

Elegir carrera con ciencia se dirige a profesorado de Física, orientadores educativos y responsables de Bachillerato interesados en fortalecer la orientación vocacional desde la propia práctica docente. Con un lenguaje claro y una fundamentación rigurosa, la obra ofrece un puente entre la enseñanza científica y la construcción del proyecto profesional del alumnado.