



AEVAH · AGENCIA ESPACIAL VALLE ALTO HENARES

# PROGRAMA PEDAGÓGICO DETALLADO — UNIDADES DIDÁCTICAS POR ETAPA

---

**Misión Estratosfera · Curso 2026/2027**

CRA La Encina · CEIP Romualdo de Toledo · IES Valle del Henares  
Mancomunidad Valle del Alto Henares · Guadalajara

04\_PROGRAMA\_PEDAGOGICO\_DETALLADO.md

# PROGRAMA PEDAGÓGICO DETALLADO — UNIDADES DIDÁCTICAS POR ETAPA

Material para el equipo docente. Cada unidad didáctica incluye temporalización, competencias y saberes básicos alineados con el currículo de Castilla-La Mancha (LOMLOE, Decretos 81/2022, 82/2022, 83/2022), materiales, secuencia de sesiones, criterios de evaluación e instrumentos.

Las unidades están diseñadas para alumnado de los centros del CRA La Encina (Cogolludo, Carrascosa de Henares, Hita, Espinosa de Henares) y de Jadraque (CEIP Romualdo de Toledo, IES Valle del Henares), y son adaptables a Arbacón, Campillo de Ranas y Majaerayo si se integran a la actividad.

## ÍNDICE DE UNIDADES

Etapa	Unidad	Sesiones	Horas
Infantil (4-5 años)	UD-INF-1: "El cielo viaja conmigo"	8	8 h
1.º-2.º Primaria	UD-PRI-A: "El aire que se mueve"	10	10 h
3.º-4.º Primaria	UD-PRI-B: "Frío, alto y lejos"	12	12 h
5.º-6.º Primaria	UD-PRI-C: "Pequeños científicos al borde del espacio"	15	15 h
1.º-2.º ESO	UD-ESO-A: "La atmósfera bajo prueba"	18	18 h
3.º-4.º ESO	UD-ESO-B: "Sensores, programación y datos"	22	22 h
1.º Bachillerato	UD-BACH-A: "Física de la atmósfera"	16	16 h
2.º Bachillerato	UD-BACH-B: "Análisis estadístico del vuelo"	12	12 h

## 1. INFANTIL — UD-INF-1 "EL CIELO VIAJA CONMIGO"

### 1.1 Datos generales

- **Etapa / curso:** Educación Infantil, 4 y 5 años.
- **Duración:** 8 sesiones de 45-60 min, distribuidas en 4 semanas.
- **Trimestre recomendado:** 2.º trimestre (enero-marzo 2027).
- **Áreas curriculares (Decreto 81/2022 y normativa de Infantil):**
- **Crecimiento en armonía.**
- **Descubrimiento y exploración del entorno.**
- **Comunicación y representación de la realidad.**

### 1.2 Competencias clave (LOMLOE) priorizadas

- **Competencia matemática, científica, tecnológica y de ingeniería.**
- **Competencia personal, social y de aprender a aprender.**

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

- Competencia ciudadana.
- Competencia en comunicación lingüística.
- Competencia plurilingüe (vocabulario nuevo).

### 1.3 Saberes básicos

- Identificación de elementos del entorno natural (cielo, sol, nubes, viento).
- Vocabulario relacionado con el cielo, las alturas y la observación.
- Iniciación a la representación gráfica de fenómenos.
- Iniciación a la observación sistemática.

### 1.4 Secuencia de sesiones

#	Título	Contenido	Materiales
1	"¿Qué hay en el cielo?"	Asamblea oral. Cada niño cuenta qué ve en el cielo desde su casa.	Cuento ilustrado, cartulina con cielo, gomets de sol, nube, pájaro, avión.
2	"El cielo cambia"	Observación durante 4 días del cielo desde la ventana del aula. Pictogramas.	Cartulina semanal, pegatinas tiempo.
3	"Cosas que vuelan"	Categorización: cosas que vuelan, cosas que no. Juego psicomotor.	Tarjetas, aros.
4	"Hacemos volar cosas"	Construcción de aviones de papel, paracaídas con bolsa de plástico y muñeco.	Papel, bolsas, hilo, muñequito.
5	"Nuestro amigo viajero"	<b>Diseño colectivo de la mascota</b> del proyecto. Decisión por asamblea.	Tela, fieltro, hilo.
6	"Llevamos a la mascota a la estratosfera"	Lectura del cuento "Pepita va al borde del espacio" (texto adaptado del proyecto). Reflexión.	Cuento ilustrado del proyecto.
7	"Dibujamos lo que verá la mascota"	Producción plástica: cómo imaginan el viaje.	Pinturas, ceras.
8	"El día del lanzamiento" (D-3 a D-0)	Visita o presencia en el lanzamiento. Preparación emocional.	Pulsera del proyecto.

### 1.5 Criterios de evaluación

- Reconoce y nombra al menos cinco elementos del cielo (sol, nube, lluvia, pájaro, viento, arcoíris).
- Participa en la elección de la mascota colectiva.
- Expresa oralmente lo que imagina del viaje.
- Representa gráficamente el cielo y un objeto que vuele.

### 1.6 Instrumentos de evaluación

- Observación directa.
- Anecdotario por niño.
- Carpeta de producciones plásticas.
- Asamblea final con preguntas guiadas.

## 1.7 Atención a la diversidad (DUA)

- Pictogramas para alumnado con dificultades de comunicación.
- Vocabulario simplificado en cartelería visual.
- Tareas alternativas para alumnado con NEAE: rol de "fotógrafo del aula" con cámara adaptada, etc.

## 1.8 Producto final visible

- **Mascota viajera** (peso aprox. 30 g, en bolsa de gasa con identificación del CRA), que viaja a bordo del globo.
- **Mural colectivo "Pepita va al cielo"**.

---

## 2. 1.º-2.º PRIMARIA — UD-PRI-A "EL AIRE QUE SE MUEVE"

---

### 2.1 Datos generales

- **Duración:** 10 sesiones de 50 min, en 5 semanas.
- **Trimestre:** 2.º trimestre (enero-marzo 2027).
- **Áreas (Decreto 81/2022):**
- **Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural** (saberes A — cultura científica, B — tecnología y digitalización).
- **Matemáticas.**
- **Lengua Castellana y Literatura.**
- **Educación Plástica y Visual.**

### 2.2 Competencias específicas priorizadas

- **CE1 (Conocimiento del Medio):** Utilizar dispositivos y recursos digitales de forma segura, eficiente y responsable.
- **CE3:** Resolver problemas a través de proyectos del método científico, la observación y la experimentación.
- **CE4:** Conservar la salud propia y la del entorno.
- **CE7:** Participar con actitud responsable y respetuosa en proyectos colectivos.

### 2.3 Saberes básicos

- El aire: existencia, propiedades sencillas (ocupa espacio, pesa, se mueve).
- Fenómenos atmosféricos: lluvia, viento, nubes.
- Instrumentos de medida sencillos: termómetro.
- Iniciación al registro: tabla simple.

## 2.4 Secuencia de sesiones

#	Título	Actividad clave	Notas
1	"¿Existe el aire?"	Experimento: bolsa de plástico que se hincha en una caja, vaso boca abajo dentro del agua.	Demostrativo.
2	"El aire pesa"	Experimento: dos globos iguales en balanza, uno inflado.	Sorpresa cognitiva.
3	"El aire empuja"	Experimento con cohetes de pajita y globos.	Energía cinética.
4	"El aire se mueve: el viento"	Construcción de molinetes y veletas. Salida al patio.	Vocabulario: norte, sur, este, oeste.
5	"Calor y frío del aire"	Manejo del termómetro. Medición en sombra y sol del patio.	Registro en cuadro.
6	"El aire alto y el aire bajo"	Asamblea: ¿hace más frío arriba o abajo? Hipótesis.	Predicciones.
7	"Hacemos un termómetro casero"	Botella de cristal, pajita, agua, alcohol, colorante.	Calibración.
8	"Nuestro experimento al cielo"	Diseño del experimento que llevarán al globo (por ejemplo, sello del aula viajero).	Toma de decisiones colectivas.
9	"Lo que el globo nos contará"	Visualización de gráfica de temperatura vs. altitud (versión adaptada).	Lectura de gráficas básicas.
10	"Preparamos el día del lanzamiento"	Carteles, banderas, pulseras.	Anticipación emocional.

## 2.5 Producto final

- **Sello del aula** (pegatina o papel con la huella o lema del aula) que viaja a bordo y vuelve.
- **Mural "El aire en nuestro pueblo"** con datos de temperaturas medidas durante el mes.

## 2.6 Evaluación

- Registro de mediciones de temperatura del patio durante 5 días.
- Dibujo final con leyendas: cohete, viento, sol, frío, alto.
- Coevaluación oral en asamblea.

## 3. 3.º-4.º PRIMARIA — UD-PRI-B "FRÍO, ALTO Y LEJOS"

### 3.1 Datos generales

- **Duración:** 12 sesiones de 55 min, en 6 semanas.
- **Trimestre:** 2.º trimestre.

### 3.2 Competencias específicas

- **CE2 (CM):** Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas a través de la indagación.
- **CE3:** Resolver problemas con métodos científicos.
- **CE5 (Mat.):** Argumentar el proceso seguido.
- **CE3 (Lengua):** Producir textos coherentes.

### 3.3 Saberes básicos

- Estados del agua y ciclo del agua.
- Capas de la atmósfera (introducción).
- Mediciones con instrumentos simples (termómetro, regla, balanza).
- Comparación de variables.
- Tabla y gráfica simple.

### 3.4 Secuencia de sesiones

#	Título	Actividad
1	"Las capas de la atmósfera"	Cartel y juego de roles: cada niño es una capa.
2	"Cuanto más arriba, más frío"	Salida a un punto alto y bajo del pueblo, medición.
3	"El globo en el congelador"	Medición de circunferencia antes y después.
4	"El aire se contrae con el frío"	Experimento controlado.
5	"¿Por qué el globo sube?"	Empuje, densidad. Comparación con corcho/agua.
6	"¿Hasta dónde sube nuestro globo?"	Lectura del proyecto real. Cifras.
7	"Hacemos un paracaídas"	Construcción y prueba desde altura segura.
8	"Las semillas viajeras"	Selección de semillas. Diseño del experimento.
9	"Sembramos en clase"	Lote control + lote preparado.
10	"El día del lanzamiento"	Preparación.
11	"Tras el vuelo: ¿germinaron igual?"	Análisis de resultados.
12	"Contamos a las familias"	Presentación oral por grupos.

### 3.5 Producto final

- **Lote de semillas viajeras** (lentejas, garbanzo, lino) en cápsula a bordo.
- **Cartel-conclusión "Las semillas en el espacio"**, expuesto en la jornada de cierre.

### 3.6 Evaluación

- Cuaderno de campo con mediciones.
- Gráfica circunferencia del globo vs. temperatura.
- Análisis comparado de semillas viajeras vs. control.
- Presentación oral.

---

## 4. 5.º-6.º PRIMARIA — UD-PRI-C "PEQUEÑOS CIENTÍFICOS AL BORDE DEL ESPACIO"

---

### 4.1 Datos generales

- **Duración:** 15 sesiones de 55 min, en 8 semanas.  
AEVAH - Misión Estratosfera — Expediente del proyecto - documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)
- **Trimestre:** 1.º y 2.º trimestre.

## 4.2 Competencias específicas

- **CE1 (CM):** Uso seguro y crítico de dispositivos digitales.
- **CE2:** Indagación científica.
- **CE3:** Proyectos con método científico.
- **CE2 (Mat.):** Análisis de datos para resolver problemas.

## 4.3 Saberes básicos

- Atmósfera: capas, propiedades.
- Presión atmosférica: definición, instrumentos (barómetro).
- Temperatura, presión y humedad como variables.
- Tabla, gráfica, regresión simple.
- Iniciación a sensores digitales (en partenariato con el IES).
- Cooperación entre centros.

## 4.4 Secuencia de sesiones

#	Título	Actividad
1	"El planeta envuelto en aire"	Introducción a las capas.
2	"La presión empuja en todas direcciones"	Experimentos: ventosa, vaso con agua y cartón.
3	"Hacemos un barómetro"	Botella, globo, pajita. Medición durante 5 días.
4	"Tabla y gráfica de presión"	Hoja de cálculo escolar.
5	"Los sensores digitales"	Presentación del BME280 (mostrar funcionamiento, no ensamblar).
6	"Calibración del sensor"	Sesión conjunta con alumnado del IES (presencial o video).
7	"¿Qué medirá nuestro sensor?"	Cada grupo asume una variable: T, P, RH.
8	"Nuestra hipótesis"	Redacción individual.
9	"Preparamos los datos esperados"	Curva ISA simplificada.
10	"Vista de la cápsula"	Visita del prototipo.
11	"El día del lanzamiento"	Asistencia.
12	"Descarga de datos"	Sesión conjunta de descarga (presencial en IES o video).
13	"Analizamos nuestros datos"	Comparación hipótesis vs. real.
14	"Conclusiones"	Por grupos.
15	"Presentación en exposición"	Pósteres científicos.

## 4.5 Producto final

- **Póster científico** por grupo con: hipótesis, materiales, datos, gráficas, conclusiones.
- **Cuaderno de campo** individual.

## 4.6 Evaluación

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial de los contenidos")

- Rúbrica de cuaderno de campo (4 niveles: insuficiente, en proceso, conseguido, excelente).

- Rúbrica de póster.
- Coevaluación entre grupos.
- Autoevaluación: ¿qué he aprendido?, ¿qué cambiaría?

---

## 5. 1.º-2.º ESO — UD-ESO-A "LA ATMÓSFERA BAJO PRUEBA"

---

### 5.1 Datos generales

- **Duración:** 18 sesiones de 55 min, en 9 semanas.
- **Trimestre:** 1.º y 2.º.
- **Asignaturas implicadas:**
- **Biología y Geología 1.º ESO** (especialmente Bloque B: La Tierra en el universo y los seres vivos).
- **Matemáticas 1.º-2.º ESO** (estadística, álgebra inicial).
- **Tecnología y Digitalización 1.º-2.º ESO** (proyectos tecnológicos).
- **Geografía e Historia 1.º ESO** (medio físico).
- **Lengua** (textos expositivos).

### 5.2 Competencias específicas (extracto)

- **CE3 (BG):** Resolver problemas y dar explicación a procesos del medio natural.
- **CE5 (BG):** Analizar la composición de la atmósfera y la importancia para la vida.
- **CE1 (TyD):** Buscar y seleccionar información.
- **CE3 (TyD):** Resolver problemas con pensamiento computacional.

### 5.3 Saberes básicos

- Atmósfera: composición y capas (troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera).
- Variables atmosféricas: temperatura, presión, humedad, radiación.
- Ley de los gases (Boyle, Charles, Gay-Lussac) a nivel iniciático.
- Programación básica (Arduino, MakeCode, Scratch).
- Sensores digitales.
- Recogida y representación de datos.
- Estadística descriptiva (media, mediana, desviación).

## 5.4 Secuencia de sesiones (esquema)

#	Tema	Producto
1-2	La atmósfera: capas y datos	Esquema
3-4	El globo sonda: por qué sube	Diagrama de fuerzas
5-7	Sensores digitales: qué miden, cómo	Maqueta funcional con BME280
8-9	Programación Arduino básica	Sketch que registra T a 1 Hz
10-12	Construcción del datalogger del proyecto	Datalogger ensamblado
13-14	Pruebas en frigorífico (-20 °C)	Informe de prueba
15-16	Preparación del día del lanzamiento	Checklist
17	Lanzamiento	Asistencia presencial
18	Análisis de datos básicos	Gráfica y reflexión

## 5.5 Producto final

- **Datalogger ensamblado** que viaja a bordo.
- **Informe técnico** (8-12 páginas) con: hipótesis, descripción del aparato, calibración, resultados, conclusiones.

## 5.6 Evaluación

- Rúbrica de informe técnico (10 criterios).
- Rúbrica de trabajo en equipo.
- Defensa oral (5 min por grupo).
- Producto: ¿funciona el datalogger?, ¿se han registrado datos correctamente?

## 6. 3.º-4.º ESO — UD-ESO-B "SENSORES, PROGRAMACIÓN Y DATOS"

### 6.1 Datos generales

- **Duración:** 22 sesiones de 55 min, en 11 semanas.
- **Asignaturas:**
- **Física y Química 3.º y 4.º ESO** (gases ideales, leyes de Newton, energía).
- **Tecnología 3.º-4.º ESO** (electrónica, programación).
- **Digitalización (optativa).**
- **Matemáticas Aplicadas** (estadística, regresión).
- **Biología y Geología 4.º ESO** (ecosistemas, atmósfera).

### 6.2 Saberes básicos

- Ley de los gases ideales ( $PV = nRT$ ).
- **Termodinámica básica.**
- **Ondas, radiación, espectro electromagnético.**
- Programación estructurada (Arduino IDE, MicroPython, Python).

- Comunicación serie, protocolos I<sup>2</sup>C, SPI.
- Sensores: principio de funcionamiento, calibración, error.
- Estadística inferencial básica: correlación, regresión lineal.

### 6.3 Secuencia de sesiones

#	Tema	Producto parcial
1-2	Repaso atmósfera + introducción al proyecto	Mapa mental
3-4	Sensores: BME280, DS18B20, VEML6075, MPU6050	Esquema funcional
5-6	Calibración con instrumentos de referencia	Tabla de calibración
7-9	Programación del firmware del datalogger	Código C++ documentado
10-11	Comunicación de datos: SD, GSM, APRS	Prueba de campo
12-13	Prueba térmica del conjunto (cámara frigorífica)	Informe
14-15	Análisis de la trayectoria predicha (CUSF)	Reporte de simulaciones
16-17	Construcción de la cápsula final	Cápsula montada
18-19	Lanzamiento y seguimiento	Asistencia
20-21	Análisis de datos con Python/Excel	Notebook Jupyter
22	Defensa del proyecto	Comunicación oral

### 6.4 Producto final

- **Datalogger profesional** del proyecto (este es el principal de Misión Estratosfera).
- **Notebook Jupyter / hoja de cálculo** con análisis completo.
- **Memoria técnica** de 15-20 páginas.

## 6.5 Anexo — Pseudocódigo del firmware

```
// Datalogger Misión Estratosfera v1.0
#include <Wire.h>
#include <BME280.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <TinyGPS++.h>

BME280 bme;
DallasTemperature dsExt(...);
TinyGPSPPlus gps;

File log;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  bme.begin();
  dsExt.begin();
  SD.begin(CS_PIN);
  log = SD.open("vuelo.csv", FILE_WRITE);
  log.println("t,ms,T_int,T_ext,P,RH,UV,lat,lon,alt");
}

void loop() {
  unsigned long t = millis();
  float Tint = bme.readTemperature();
  float P = bme.readPressure() / 100.0; // hPa
  float RH = bme.readHumidity();
  dsExt.requestTemperatures();
  float Text = dsExt.getTempCByIndex(0);
  float UV = analogRead(UV_PIN) * 5.0 / 1024;

  // GPS
  while (Serial1.available()) gps.encode(Serial1.read());
  double lat = gps.location.lat();
  double lon = gps.location.lng();
  double alt = gps.altitude.meters();

  log.print(t); log.print(',');
  log.print(Tint); log.print(',');
  log.print(Text); log.print(',');
  log.print(P); log.print(',');
  log.print(RH); log.print(',');
  log.print(UV); log.print(',');
  log.print(lat,6); log.print(',');
  log.print(lon,6); log.print(',');
  log.println(alt);

  log.flush();
  delay(1000);
}
```

## 6.6 Evaluación

- Rúbrica de código (legibilidad, comentarios, modularidad, robustez).
- Rúbrica de memoria técnica.
- Defensa oral.
- Funcionalidad del producto final.

# 7. 1.º BACHILLERATO — UD-BACH-A "FÍSICA DE LA ATMÓSFERA"

---

## 7.1 Datos generales

- **Duración:** 16 sesiones de 55 min, en 8 semanas.
- **Asignaturas:**
- **Física y Química 1.º Bachillerato** (Bloque IV: gases ideales, termodinámica).
- **Matemáticas I** (estadística, regresión).
- **Biología, Geología y Ciencias Ambientales** (atmósfera, contaminación, radiación).

## 7.2 Saberes básicos

- Ecuación de los gases ideales: aplicaciones cuantitativas.
- Termodinámica: trabajo, calor, energía interna.
- Hidrostática y empuje.
- Radiación electromagnética: espectro y energía por fotón.
- Atmósfera estándar internacional (ISA).

## 7.3 Secuencia (esquema)

#	Tema
1-2	Empuje de Arquímedes aplicado a gases — cálculo del free-lift del globo
3-4	Ley de los gases ideales — predicción de altitud de reventón
5-6	Termodinámica — descenso adiabático del globo en ascenso (tasa de enfriamiento)
7-8	Atmósfera ISA — modelo y formulación matemática
9-10	Radiación UV: ozono y absorción
11-12	Trayectoria y vientos: introducción a la mecánica de fluidos
13-14	Preparación del análisis post-vuelo
15	Lanzamiento
16	Análisis post-vuelo cuantitativo

## 7.4 Producto final

- **Cálculo predictivo previo al vuelo:** altitud de reventón, masa de helio, velocidad de ascenso, deriva.
- **Comparación post-vuelo:** medido vs. predicho. Error porcentual.
- **Informe técnico** con notación matemática rigurosa.

## 7.5 Ejemplo de cálculo: altitud de reventón

Volumen inicial del globo en suelo:  $V_0 \approx 3,73 \text{ m}^3$  (para 3.900 g empuje).  
Volumen al estallido (catálogo Hwoyee 1.200 g):  $V_{\text{burst}} \approx 10 \text{ m}^3$ .  
A presión constante de gas (modelado isoterma simplificado):

$P(z)$  atmósfera ISA  $\approx P_0 \cdot \exp(-z / H)$  con  $H \approx 7.500 \text{ m}$   
 $P(z)$  globo  $\approx P_{\text{atm}}(z)$  (interior igual a exterior, globo no presurizado)

Volumen aumenta inversamente a P:  
 $V(z) / V_0 = P_0 / P(z) = \exp(z / H)$

Para que  $V(z) = V_{\text{burst}}$ :  
 $\exp(z_{\text{burst}} / H) = V_{\text{burst}} / V_0$   
 $z_{\text{burst}} = H \cdot \ln(V_{\text{burst}} / V_0) = 7.500 \cdot \ln(10 / 3,73)$   
 $z_{\text{burst}} \approx 7.500 \cdot 0,987 \approx 7.400 \text{ m}$  [???

**Nota didáctica:** este cálculo simplificado **subestima** la altitud real. En la atmósfera la temperatura cae con  $z$  (modelo isoterma es falso), y el material del globo permite cierta expansión. El cálculo riguroso requiere modelo politrópico o iterativo. **Esta discrepancia es un excelente disparador de discusión metodológica.**

## 7.6 Evaluación

- Rúbrica de informe técnico.
- Rúbrica de presentación oral con notación matemática.
- Examen tipo problema (3 problemas, 1 h 30 min).

# 8. 2.º BACHILLERATO — UD-BACH-B "ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL VUELO"

## 8.1 Datos generales

- **Duración:** 12 sesiones de 55 min, en 6 semanas.
- **Asignaturas:**
- **Matemáticas II** (estadística y probabilidad).
- **Física** (termodinámica avanzada, mecánica de fluidos).
- **CTMA** (Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente).

## 8.2 Producto final

- **Notebook de análisis** en Python con los datos reales del vuelo:
- Carga del CSV.
- Limpieza de datos.
- Visualización (matplotlib, plotly).
- Regresión polinómica  $T(z)$ ,  $P(z)$ ,  $RH(z)$ .
- Comparación con ISA.
- Identificación de tropopausa.
- Análisis estadístico de error de los sensores.
- **Comunicación científica** preparada para presentar en congreso escolar o jornada universitaria (UAH, [verificar canal exacto]).

## 8.3 Esqueleto del análisis en Python

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy import stats

# 1. Cargar datos
df = pd.read_csv('vuelo_mision_estratosfera_2027.csv')
df['t'] = pd.to_datetime(df['t'], unit='ms')

# 2. Limpieza
df = df.dropna(subset=['alt'])
df = df[df['alt'] > 0]
df_asc = df[df['alt'].diff() > 0] # solo ascenso

# 3. Visualización
fig, axes = plt.subplots(1, 3, figsize=(15, 5))
axes[0].plot(df_asc['T_ext'], df_asc['alt'] / 1000)
axes[0].set_xlabel('Temperatura externa (°C)')
axes[0].set_ylabel('Altitud (km)')
axes[0].grid(True)

axes[1].plot(df_asc['P'], df_asc['alt'] / 1000)
axes[1].set_xlabel('Presión (hPa)')
axes[1].set_xscale('log')

axes[2].plot(df_asc['RH'], df_asc['alt'] / 1000)
axes[2].set_xlabel('Humedad relativa (%)')

# 4. Atmósfera estándar (ISA) para comparar
def T_ISA(z):
    if z <= 11000:
        return 288.15 - 6.5e-3 * z
    elif z <= 20000:
        return 216.65
    elif z <= 32000:
        return 216.65 + 1.0e-3 * (z - 20000)

def P_ISA(z):
    # Modelo aproximado, ver detalle en notebook
    return 101325 * np.exp(-z / 7500)

z = np.linspace(0, 30000, 300)
T_modelo = [T_ISA(zi) - 273.15 for zi in z]
P_modelo = [P_ISA(zi) / 100 for zi in z]

axes[0].plot(T_modelo, z / 1000, '--', label='ISA')
axes[0].legend()

# 5. Identificación de tropopausa
# (mínimo local de T en ~10-12 km)
tropopausa_z = df_asc.loc[df_asc['T_ext'].idxmin(), 'alt']
print(f'Tropopausa observada a {tropopausa_z:.0f} m')

# 6. Regresión polinómica P(z)
mask = (df_asc['alt'] > 1000) & (df_asc['alt'] < 25000)
z = df_asc.loc[mask, 'alt'].values
P = df_asc.loc[mask, 'P'].values
log_P = np.log(P)
slope, intercept, r, p, se = stats.linregress(z, log_P)
print(f'log(P) = {intercept:.3f} + {slope:.3e} · z, R² = {r**2:.4f}')

H = -1 / slope
print(f'Escala de altura H ≈ {H:.0f} m') # esperado ~7000-8500 m
```

## 8.4 Evaluación

- Calidad del notebook (modularidad, comentarios, reproducibilidad). El ítem "Estratosfera" (Escala de altura) en el apartado de difusión (el ítem "Estratosfera" pendiente de validación oficial) donde corresponde)
- Rigor estadístico (errores, intervalos de confianza).

- Comunicación científica (texto, figuras, leyendas).
- Defensa oral (15 min + 5 min preguntas).

## 9. COORDINACIÓN INTERCENTROS Y CONTINUIDAD

### 9.1 Reuniones de coordinación

Frecuencia	Asistentes	Objetivo
Mensual	Coordinador pedagógico + 1 docente referente por centro	Seguimiento general
Bimensual	Equipos por nivel (todos los docentes Infantil del CRA, etc.)	Coherencia pedagógica
Trimestral	Coordinador pedagógico + comité promotor	Reporte a comité
D-3	Todo el equipo docente	Briefing final
D+15	Todo el equipo docente	Balance pedagógico

### 9.2 Visitas cruzadas entre centros

- 4.º-6.º Primaria del CRA visita al IES de Jadraque para sesión conjunta con alumnado de ESO (calibración de sensores).
- Alumnado de Bachillerato del IES visita a las aulas del CRA en sesión "embajadores" (ApS — Aprendizaje Servicio).
- Sesión "puertas abiertas" en cada centro durante la exposición itinerante.

### 9.3 Integración con otros programas

- **Erasmus+ Consortium 2024-25 del CRA La Encina:** posible vinculación si hay continuidad en 2026-27.
- **Plan Lector** del CRA: lectura de cuentos relacionados con el espacio en Infantil y Primaria.
- **Hablamos en familia** (programa de implicación familiar de la JCCM): involucrar a las familias en la preparación.

### 9.4 Indicadores de continuidad

- N.º de docentes implicados en la formación STEAM tras el proyecto.
- N.º de unidades didácticas reutilizables.
- N.º de equipamientos electrónicos que permanecen en aula.
- Posibilidad de club aeroespacial en IES.

## 10. RÚBRICAS Y EVALUACIÓN INTEGRAL

### 10.1 Rúbrica genérica de proyecto STEAM (4 niveles)

Criterio	1 — Inicial	2 — En proceso	3 — Consolidado	4 — Excelente
Hipótesis	Ausente o vaga	Formulada con apoyo	Formulada autónomamente	Formulada con justificación previa
Diseño experimental	Improvisado	Estructurado parcialmente	Estructurado con variables identificadas	Estructurado, con grupo control y replicabilidad
Mediciones	Pocas, sin sistema	Algunas, con apoyo	Sistemáticas	Sistemáticas y con cuantificación de error
Análisis	Solo descriptivo	Descriptivo + interpretación	Cuantitativo con gráficas	Cuantitativo con regresión y discusión
Comunicación oral	Tímida, lectura literal	Estructurada con apoyo	Clara y propia	Clara, propia, con respuestas a preguntas
Trabajo en equipo	Tareas no asumidas	Asumidas con conflicto	Asumidas con cooperación	Cooperación activa y mejora del equipo

### 10.2 Encuestas

- **Alumnado** (pre y post): conocimiento sobre atmósfera, interés en ciencia, autopercepción competencial.
- **Familias**: percepción del valor del proyecto, satisfacción, sugerencias.
- **Profesorado**: dificultades, aciertos, propuestas de mejora.

### 10.3 Memoria pedagógica final

- Documento de 30-40 páginas con:
- Descripción del programa por etapa.
- Producciones del alumnado seleccionadas (fotos, escaneos).
- Análisis cuantitativo de los indicadores.
- Análisis cualitativo (testimonios).
- Propuestas de mejora.
- Material reutilizable para próximos cursos.

**Fin del programa pedagógico detallado.**