



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACION SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO,
FORMACION PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA

***Diseño de paisajes de aprendizaje en torno al bloque
de "energía" en Física y Química de 4º de ESO***

***Learning landscape design for the "energy" unit in
Physics and Chemistry for the 4th year of Compulsory
Secondary Education (ESO)***

Autora: Sandra Torrero Casado

Tutora: Dra. Beatriz García Vasallo

En Salamanca a 6 de julio de 2026
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACION SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO,
FORMACION PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA

***Diseño de paisajes de aprendizaje en torno al bloque
de "energía" en Física y Química de 4º de ESO***

***Learning landscape design for the "energy" unit in
Physics and Chemistry for the 4th year of Compulsory
Secondary Education (ESO)***

Autora: Sandra Torrero Casado

Tutora: Dra. Beatriz García Vasallo

En Salamanca a 6 de julio de 2026
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

Resumen

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) propone el diseño de dos paisajes de aprendizaje encadenados para la enseñanza de los conceptos de energía en el curso de 4.º de Educación Secundaria Obligatoria, en el marco de la LOMLOE y su desarrollo normativo en Castilla y León (Decreto 39/2022). Los paisajes de aprendizaje constituyen una herramienta pedagógica que integra narrativa, gamificación y matrices de actividades diferenciadas, con el objetivo de ofrecer múltiples itinerarios hacia los mismos aprendizajes, atendiendo así a la diversidad del aula desde los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje.

Los dos paisajes, dedicados respectivamente a la energía mecánica y a la termodinámica, se vertebran mediante un hilo conductor narrativo del universo Marvel cuya escala creciente de responsabilidad científica (individuo, tecnología) aporta coherencia simbólica al recorrido; los contenidos sobre fuentes y uso responsable de la energía se integran en ambos paisajes por su carácter transversal. El diseño de las actividades se fundamenta en la taxonomía de Bloom como eje progresivo y utiliza las inteligencias múltiples de Gardner como herramienta de diversificación, sin reivindicar para estas últimas un estatus teórico que la evidencia no avala.

El trabajo incluye un estado del arte sobre didáctica de la energía y paisajes de aprendizaje, el análisis del marco curricular aplicable, el diseño justificado de las matrices de actividades y los itinerarios, un sistema de evaluación de los aprendizajes y una propuesta de validación en dos niveles, de los cuales se ha ejecutado una prueba de viabilidad con un grupo reducido sobre el primer paisaje. La implementación completa en aula queda fuera del alcance de este TFM y se plantea como línea de trabajo futura.

Palabras clave: paisaje de aprendizaje, energía, 4.º ESO, LOMLOE, gamificación, Diseño Universal para el Aprendizaje, taxonomía de Bloom, inteligencias múltiples

Abstract

This master's thesis (TFM) presents the design of two chained learning landscapes for teaching energy concepts in the fourth year of Compulsory Secondary Education (Educación Secundaria Obligatoria, ESO) within the Spanish educational framework established by LOMLOE and its regional implementation in Castilla y León (Decree 39/2022). Learning landscapes are a pedagogical tool that integrates narrative, gamification, and differentiated activity matrices, aiming to offer multiple pathways toward shared learning objectives and thereby address classroom diversity in line with the principles of Universal Design for Learning.

The two landscapes, devoted respectively to mechanical energy and thermodynamics, are structured around a narrative thread drawn from the Marvel universe, whose escalating scale of scientific responsibility (individual, technology) lends symbolic coherence to the itinerary; content on energy sources and responsible use is integrated into both landscapes given its cross-cutting nature. Activity design is grounded in Bloom's taxonomy as a progressive axis and draws on Gardner's theory of multiple intelligences as a diversification tool, without claiming for the latter a theoretical status that the evidence does not support.

The thesis includes a review of the literature on energy education and learning landscapes, an analysis of the applicable curricular framework, a justified design of the activity matrices and itineraries, a learning assessment system, and a two-level validation proposal, of which a feasibility test with a small group has been carried out on the first landscape. Full classroom implementation falls outside the scope of this thesis and is proposed as a line for future work.

Keywords: learning landscape, energy, secondary education, LOMLOE, gamification, Universal Design for Learning, Bloom's taxonomy, multiple intelligences

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

D./Dña. Sandra Torrero Casado, con DNI _____, matriculado en la Titulación de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, en la especialidad de Física y Química **Declaro** que he redactado el Trabajo Fin de Máster titulado **Diseño de paisajes de aprendizaje en torno al bloque de "energía" en Física y Química de 4º de ESO** del curso académico 2025/2026 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes y la literatura citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes y de la literatura indicada, textualmente o conforme a su sentido.

En Salamanca, a 6 de julio de 2026

Fdo.: Sandra Torrero Casado

Contenido

1.	Introducción	1
2.	Objetivos.....	2
3.	Estado del arte	3
3.1	Paisajes de aprendizaje.....	3
3.1.1	Orígenes y evolución pedagógica del concepto	3
3.1.2	Componentes del paisaje de aprendizaje	4
3.1.3	La matriz de diseño	4
3.1.4	Taxonomía revisada de Bloom.....	6
3.1.5	Teoría de las inteligencias múltiples y su debate	10
3.1.6	Fundamentación e integración con el DUA.....	12
3.2	Enseñanza de energía.....	13
3.3	La narrativa Marvel en la enseñanza de la física.....	16
3.4	Gamificación y herramientas digitales.....	17
3.4.1	Gamificación.....	17
3.4.2	Genially y Padlet.....	18
3.4.3	Canva e inteligencia artificial	20
4.	Fundamentación curricular	21
5.	Diseño de los paisajes.....	26
5.1	Paisaje de aprendizaje 1	28
5.2	Paisaje de aprendizaje 2	37
6.	Evaluación	45
6.1	Las rúbricas de evaluación	46
6.2	Sistema de calificación.....	47
6.3	El pasaporte de aprendizaje.....	48
7.	Validación.....	49
7.1	Prueba de viabilidad en grupo reducido.....	49
7.2	Protocolo de mejora iterativa: el Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA)	50
8.	Conclusiones	52
	Referencias bibliográficas.....	54
	Anexo I: Mapa de Relaciones Criteriales	57
	Anexo II: Actividades optativas, de refuerzo y de ampliación del Paisaje de Aprendizaje 1 ..	58
	Anexo III: Actividades optativas, de refuerzo y de ampliación del Paisaje de Aprendizaje 2.	71

Anexo IV: Rúbricas de evaluación de las actividades del Paisaje de Aprendizaje 1	83
Anexo V: Rúbricas de evaluación de las actividades del Paisaje de Aprendizaje 2	96
Anexo VI: Cromos y pasaporte de los paisajes de aprendizaje	110
Anexo VII: Instrumentos del protocolo CIMA.....	119
VII.1. Diario de observación (Fase 3. Implementación)	119
VII.2. Instrumento ADIP/ADIF (Fase 4. Evaluación del aprendizaje)	119
VII.3. Evaluación del propio ciclo (Fase 5).....	122
VII.4. Cuestionario de valoración de la experiencia (prueba de viabilidad, apartado 7.1). 123	
Anexo VIII: Declaración del uso de IA generativa.....	124

Índice de tablas

Tabla 1: Elementos curriculares de 4º de ESO de la asignatura Física y Química, relacionados con los Paisajes de Aprendizaje propuestos en este TFM. Elaborada en base al Real Decreto 217/2022 y al Decreto 39/2022 de Castilla y León.	22
Tabla 2: Temporalización del paisaje de aprendizaje 1.	30
Tabla 3: Datos representados en las viñetas presentadas a los alumnos para la resolución de la actividad A2 del paisaje de aprendizaje 1.	33
Tabla 4: Temporalización del paisaje de aprendizaje 2.	38
Tabla 5: Ponderación de actividades en cada paisaje de aprendizaje.	47
Tabla 6: Rúbrica de autoevaluación facilitada a los alumnos para que se evalúen su resolución de A1.....	77
Tabla 7: Rúbrica de evaluación de la actividad A0 titulada “¿Cuánta energía ves?”. .	83
Tabla 8: Rúbrica de evaluación de la actividad A1 titulada “Simulación: Energy Skate Park”.	84
Tabla 9: Rúbrica de evaluación de la actividad A2 titulada “Los fotogramas de Spider-Man”.	85
Tabla 10: Rúbrica de evaluación de la actividad A3 titulada “¿Adónde va la energía?”.	86
Tabla 11: Rúbrica de evaluación de la actividad A4 titulada “El límite del rendimiento”.	87
Tabla 12: Rúbrica de evaluación de la actividad B1a titulada “La canción de Miles Morales”.....	88
Tabla 13: Rúbrica de evaluación de la actividad B1b titulada “Energía mecánica en la naturaleza”.	89
Tabla 14: Rúbrica de evaluación de la actividad B2a titulada “El salto de la telaraña”.	90
Tabla 15: Rúbrica de evaluación de la actividad B2b titulada “El cuerpo humano como máquina mecánica”.	91
Tabla 16: Rúbrica de evaluación de la actividad B2c titulada “Mi mapa de errores”. .	92
Tabla 17: Rúbrica de evaluación de la actividad R1 titulada “El expediente energético”.	93
Tabla 18: Rúbrica de evaluación de la actividad Amp1 titulada “La eficiencia del plano inclinado”.	94
Tabla 19: Rúbrica de evaluación de la actividad Amp2 titulada “La energía que consume Manhattan”.	95
Tabla 20: Rúbrica de evaluación de la actividad A0 titulada “Misión: Calibrar la armadura”.....	96
Tabla 21: Rúbrica de evaluación de la actividad A1 titulada “La temperatura de combate”.	97
Tabla 22: Rúbrica de evaluación de la actividad A2 titulada “El mapa térmico de la armadura”.....	98
Tabla 23: Rúbrica de evaluación de la actividad A3 titulada “Equilibrio térmico en el laboratorio”.	99

Tabla 24: Rúbrica de evaluación de la actividad A4 titulada “El debate del rendimiento”	100
Tabla 25: Rúbrica de evaluación de la actividad B1a titulada “La sinfonía del cambio de fase”.	101
Tabla 26: Rúbrica de evaluación de la actividad B1b titulada " Mapa mental del bloque”	102
Tabla 27: Rúbrica de evaluación de la actividad B2a titulada “El mix energético de Stark Industries”.....	104
Tabla 28: Rúbrica de evaluación de la actividad B2b titulada “La huella de carbono de Stark Industries”.....	105
Tabla 29: Rúbrica de evaluación de la actividad B2c titulada “El diario de Tony”..	106
Tabla 30: Rúbrica de evaluación de la actividad R1 titulada “El glosario de la armadura”.	107
Tabla 31: Rúbrica de evaluación de la actividad Amp1 titulada "Temperatura constante: la prueba del hielo".....	108
Tabla 32: Rúbrica de evaluación de la actividad Amp2 titulada "El rendimiento del Reactor Arc".....	109
Tabla 33: Diario de observación a completar por el docente.	119
Tabla 34: Escala Likert ofrecida a los alumnos para comprobar su percepción.	120
Tabla 35: Escala Likert ofrecida a los alumnos para comprobar su percepción sobre conceptos del paisaje 2.	121
Tabla 36: Instrumento de evaluación del ciclo CIMA.	122
Tabla 37: Cuestionario anónimo, administrado una única vez al finalizar la sesión, sin ítems de contenido.....	123

Índice de figuras

Figura 1: Alfredo Hernando. Matriz paisaje de aprendizaje. Captura del libro Viaje a la escuela del siglo XXI(Hernando, 2015)	5
Figura 2: Comparación entre la primera versión de la Taxonomía de Bloom y su revisión. Imagen propiedad de Wilson, Leslie O. 2001 https://thesecondprinciple.com/essential-teaching-skills/blooms-taxonomy-revised/	7
Figura 3: A Model of Learning Objectives–based on A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives by Rex Heer, Center for Excellence in Learning and Teaching, Iowa State University is licensed under a CC BY-SA (Attribution-ShareAlike) 4.0 International License. Disponible en: https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/resources/Model%20of%20Learning%20Objectives.pdf	9
Figura 4: Correspondencias entre la comprensión del concepto de energía y sus dificultades de aprendizaje. Fuente: Solbes y Tarín (2004).....	15
Figura 5: Captura de pantalla de la portada de la portada interactiva del paisaje de aprendizaje 1 diseñado en Genially.....	19
Figura 6: Normas del paisaje de aprendizaje 1, similares a las del paisaje de aprendizaje diseñado. Los alumnos deben conocerlas antes de empezar.....	19
Figura 7: Padlet generado como soporte donde los estudiantes subirán los productos resultantes de la resolución de las actividades propuestas.....	20
Figura 8: Matriz de diseño de actividades del paisaje de aprendizaje 1. Elaborado a partir de la plantilla obtenida del blog de Genially(González del Hierro, 2024).....	29
Figura 9: Captura de pantalla del mapa de actividades del paisaje de aprendizaje 1. .	30
Figura 10: Captura de pantalla de la actividad A0 “¿Cuánta energía ves?” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.....	31
Figura 11: Captura de pantalla de la actividad A1 “Simulación: Energy Skate Park” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	32
Figura 12: Captura de pantalla de la actividad A2 “Los fotogramas de Spider-Man” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	34
Figura 13: Captura de pantalla de la actividad A3 “¿Adónde va la energía?” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.....	35
Figura 14: Captura de pantalla de la actividad A4 “El límite del rendimiento” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.....	36
Figura 15: Matriz de diseño de actividades del paisaje de aprendizaje 2. Elaborado a partir de la plantilla obtenida del blog de Genially (González del Hierro, 2024).....	38
Figura 16: Captura de pantalla de la actividad A0 “Misión: Calibrar la Armadura” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	40
Figura 17: Captura de pantalla de la actividad A1 “La temperatura de combate” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.....	41
Figura 18: Captura de pantalla de la actividad A2 “El mapa térmico de la armadura” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	42
Figura 19: Captura de pantalla de la actividad A3 “Equilibrio térmico en el laboratorio” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.....	43

Figura 20: Captura de pantalla de la actividad A4 “El debate del rendimiento” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	45
Figura 21: Mapa de relaciones criterios entre criterios de evaluación, descriptores operativos y competencias específicas.	57
Figura 22: Captura de la ayuda con herramientas IA sugeridas para que el alumnado tenga más facilidad para generar la canción.	58
Figura 23: Captura de pantalla de la actividad B1a “La canción de Miles Morales” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	59
Figura 24: Captura de pantalla de la actividad B1b “Energía mecánica en la naturaleza” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	60
Figura 25: Detalle de la imagen con viñetas que se debe analizar en la actividad B1b del paisaje de aprendizaje 1.	60
Figura 26: Captura de pantalla de la actividad B2a “El salto de la telaraña” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	62
Figura 27: Captura de pantalla de la actividad B2b “El cuerpo humano como máquina mecánica” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	63
Figura 28: Detalle de "Para saber de dónde salen estos datos" de la actividad B2b, por si aquellos estudiantes que finalicen el paisaje quieren saber más	64
Figura 29: Captura de pantalla de la actividad B2c “El mapa de errores de Wanda” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	65
Figura 30: Captura de pantalla de la actividad R1 “El expediente energético” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	66
Figura 31: Tabla contenida en el documento que se entrega a los alumnos a modo de ficha en la actividad R1.	67
Figura 32: Captura de pantalla de la actividad Amp1 “La eficiencia del plano inclinado” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	68
Figura 33: Captura de pantalla de la actividad Amp2 “La energía que consume Nueva York” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.	70
Figura 34: Captura de pantalla de la actividad B1a “La sinfonía del cambio de fase” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	72
Figura 35: Captura de pantalla de la actividad B1b “Mapa mental del bloque” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	73
Figura 36: Captura de pantalla de la actividad B2a “El mix energético de Stark Industries” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	74
Figura 37: Detalle de los datos aportados a los estudiantes en la actividad B2a. Fuente: Red Eléctrica de España. Informe del Sistema Eléctrico Español 2025. Datos provisionales, enero de 2026.	75
Figura 38: Captura de pantalla de la actividad B2b “Huella de carbono de Stark Industries” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	76
Figura 39: Captura de pantalla de la actividad B2c “El diario de Tony” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	78
Figura 40: Captura de pantalla de la actividad R1 “Glosario de la armadura” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.	79
Figura 41: Captura de pantalla de la actividad Amp1 “Temperatura constante: la prueba	

del hielo” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.....	80
Figura 42: Captura de pantalla de la actividad Amp2 “El rendimiento del Reactor Arc” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.....	82
Figura 43: Compilación de cromos como insignias para el Paisaje de Aprendizaje 1 centrado en la energía. Diseñados con apoyo de herramientas de IA y en Canva.	110
Figura 44: Compilación de cromos como insignias para el Paisaje de Aprendizaje 1 centrado en la energía. Diseñados con apoyo de herramientas de IA y en Canva.	110

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria enfrenta un reto que la investigación didáctica lleva décadas documentando: los alumnos acumulan conocimiento declarativo sin modificar sus concepciones previas sobre cómo funciona el mundo físico. En el caso de la energía, uno de los conceptos más transversales y fundamentales del currículo de Física y Química, este fenómeno es especialmente acusado. Los estudiantes de cuarto de ESO llegan al aula con ideas arraigadas tales como que la energía "desaparece" cuando hay rozamiento; que el calor y la temperatura son la misma cosa, o que conservar la energía significa ahorrar electricidad; concepciones que la instrucción convencional no siempre logra desplazar.

A este problema conceptual se suma un problema motivacional. La Física y la Química tienen tasas de desafección elevadas en secundaria, y la brecha entre la relevancia real de sus contenidos y la percepción que los alumnos tienen de ellos es amplia. Las metodologías activas, la gamificación y el aprendizaje contextualizado han mostrado resultados prometedores en este sentido, aunque la evidencia empírica en contextos españoles sigue siendo limitada.

El presente Trabajo Fin de Máster surge en este marco. Su propuesta central es el diseño de dos paisajes de aprendizaje encadenados para la enseñanza de los conceptos de energía en cuarto de ESO: el primero centrado en energía mecánica (trabajo, energía cinética y potencial, conservación, potencia y rendimiento) y el segundo en termodinámica (equilibrio térmico, calor específico y latente, transferencia de calor). Los contenidos relativos a fuentes de energía, producción, consumo y uso responsable, por su carácter transversal, no constituyen un tercer bloque independiente, sino que se integran en ambos paisajes allí donde la matriz curricular lo permite. Los dos paisajes se articulan mediante una narrativa de hilo conductor basada en el universo Marvel, con una escala creciente de responsabilidad científica que va del individuo (Spider-Man) a la tecnología (Iron Man), y que dota de coherencia simbólica y motivacional al recorrido completo. El diseño de las actividades se organiza mediante una matriz que cruza los niveles de la taxonomía de Bloom con las inteligencias múltiples de Gardner, reconociendo explícitamente las limitaciones empíricas de este segundo marco y anclando la diversificación de itinerarios en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje, recogidos normativamente en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (de aquí en adelante, LOMLOE).

La elección del paisaje de aprendizaje como formato no es arbitraria. Frente a la unidad didáctica convencional, el paisaje ofrece una estructura que combina itinerarios flexibles, actividades de diferente naturaleza y nivel cognitivo, y elementos de gamificación que permiten atender a la diversidad sin renunciar a los objetivos de aprendizaje comunes del grupo. Su diseño exige, no obstante, una planificación cuidadosa y una fundamentación explícita en cada decisión (qué actividad ocupa cada celda de la matriz, qué itinerarios son obligatorios y cuáles optativos, cómo se pondera cada uno en la calificación), que es precisamente lo que este trabajo desarrolla en detalle.

El TFM se enmarca en la normativa vigente: LOMLOE y su desarrollo en Castilla y León mediante el Decreto 39/2022, que regula la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en esta comunidad. El análisis curricular de los saberes básicos, competencias específicas y criterios de evaluación aplicables al bloque de energía en cuarto de

ESO constituye uno de los ejes del trabajo, y las actividades diseñadas se conectan explícitamente con dichos criterios a nivel de actividad.

La propuesta no ha sido implementada de forma completa en un aula real. El trabajo se centra en el diseño fundamentado de los dos paisajes y en el establecimiento de un sistema de evaluación y un protocolo de validación en dos niveles complementarios: una prueba de viabilidad con un grupo reducido de alumnado, orientada a detectar problemas de aplicabilidad antes de una implementación completa, y un protocolo de mejora iterativa (Ciclo de Mejora en el Aula, CIMA) que queda documentado y preparado para orientar la revisión del diseño a partir de las evidencias recogidas en implementaciones futuras. Esta decisión responde a las condiciones del contexto académico del máster, pero no limita el rigor de la propuesta: el diseño instruccional sin implementación inmediata es una modalidad reconocida en la investigación educativa, siempre que incluya mecanismos explícitos de validación, como es el caso. Con este propósito, el trabajo se estructura en un estado del arte sobre paisajes de aprendizaje, didáctica de la energía y gamificación; un análisis del marco curricular aplicable; el diseño justificado de los dos paisajes; el sistema de evaluación de los aprendizajes; el aparato de validación de la propuesta; y las conclusiones, limitaciones y líneas de continuación del trabajo.

2. Objetivos

El **objetivo general** perseguido en el presente Trabajo Fin de Máster es diseñar un paisaje de aprendizaje fundamento teórica y curricularmente para la enseñanza de los conceptos de energía en cuarto de ESO, que integre metodologías activas, atención a la diversidad y múltiples itinerarios de aprendizaje; todo ello incluyendo protocolos de evaluación y mejora de la propuesta.

A partir de este objetivo general se desgranar los siguientes **objetivos específicos**:

- Revisar la literatura científica y educativa sobre paisajes de aprendizaje en educación secundaria, metodologías activas aplicadas a la enseñanza de la física, y dificultades conceptuales documentadas en el aprendizaje de la energía.
- Analizar el marco curricular establecido por la LOMLOE y el Decreto 39/2022 de Castilla y León para identificar los saberes básicos, competencias específicas y criterios de evaluación aplicables al bloque de energía en cuarto de ESO.
- Diseñar varios paisajes de aprendizaje encadenados que cubran los contenidos curriculares del bloque de energía, articulados mediante una narrativa de hilo conductor coherente y una matriz de actividades basada en la taxonomía de Bloom y los principios del DUA.
- Establecer un sistema de evaluación de los aprendizajes integrado en el diseño de los paisajes, coherente con los criterios de evaluación curriculares.
- Desarrollar un protocolo de validación y mejora iterativa de la propuesta que permita valorar su calidad didáctica y orientar futuras implementaciones en aula.

3. Estado del arte

La fundamentación teórica de esta propuesta se organiza en torno a tres bloques temáticos que, aunque proceden de enfoques académicos diferentes, confluyen en el diseño planteado. El primero aborda el concepto de paisaje de aprendizaje y los marcos pedagógicos que lo sustentan, entre ellos la taxonomía de Bloom, la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner y el Diseño Universal para el Aprendizaje. El segundo se centra en la didáctica de la energía en educación secundaria, prestando especial atención a las concepciones alternativas identificadas en la literatura. Por último, el tercer bloque recoge las metodologías activas y los elementos de gamificación que orientan las decisiones de diseño de la propuesta.

Esta revisión no pretende ofrecer un análisis exhaustivo de cada ámbito, sino seleccionar aquellas aportaciones más relevantes para justificar las decisiones pedagógicas adoptadas y situar la propuesta en el contexto actual de la investigación en didáctica de las ciencias.

3.1 Paisajes de aprendizaje

La consolidación de los paisajes de aprendizaje como herramienta pedagógica en la educación secundaria española no puede entenderse sin tener en cuenta el debate más amplio sobre personalización del aprendizaje y atención a la diversidad que ha marcado la renovación pedagógica de las últimas décadas. La heterogeneidad del aula (en términos de ritmos, capacidades, motivaciones e intereses) ha sido históricamente uno de los principales problemas del modelo de enseñanza tradicional, cuya tendencia a proponer una única secuencia de actividades para todo el grupo resulta insuficiente ante la diversidad real de cualquier clase de secundaria. La respuesta a este problema ha generado distintos marcos teóricos y herramientas de diseño que, con el tiempo, han ido convergiendo en propuestas más integradoras; los paisajes de aprendizaje son una de las más completas y coherentes para el contexto educativo actual.

3.1.1 Orígenes y evolución pedagógica del concepto

El concepto tiene sus raíces en tradiciones pedagógicas que se han ido articulando a lo largo del siglo XX. El enfoque constructivista, que entiende el aprendizaje como un proceso activo de construcción de significado en el que el estudiante no recibe pasivamente la información, sino que es agente de su propio conocimiento, establece la base epistemológica que justifica la existencia de itinerarios diversos: si cada alumno construye el conocimiento desde su experiencia previa y sus propias estructuras cognitivas, una propuesta que ofrezca un único camino desaprovecha ese potencial. A esta base se añade la tradición de la enseñanza diferenciada, sistematizada por Tomlinson (1999), que plantea adaptar el contenido, el proceso y el producto del aprendizaje a las características de los estudiantes sin abandonar objetivos curriculares comunes. La diferenciación no consiste en fragmentar el currículo ni en rebajar la exigencia académica, sino en ofrecer múltiples vías para alcanzar los mismos estándares de aprendizaje; un principio que conecta directamente con la lógica de los itinerarios múltiples propia de los paisajes.

En el contexto español, la propuesta de Hernando (2015) ha sido especialmente influyente en la difusión del concepto entre el profesorado de secundaria. Hernando lo sitúa en el marco de la llamada escuela del siglo XXI, caracterizada por el protagonismo del estudiante, la integración de la tecnología, la superación del aula como espacio único de aprendizaje y la atención explícita a la diversidad como valor pedagógico y no como problema a gestionar.

Desde esta perspectiva, el paisaje de aprendizaje no es simplemente una metodología, sino una manera de entender la relación entre el docente, el estudiante y el contenido: el docente diseña un entorno rico en posibilidades, y el estudiante lo recorre de forma activa y parcialmente autónoma, tomando decisiones sobre su propio itinerario dentro de los límites que el diseño establece.

3.1.2 Componentes del paisaje de aprendizaje

Los paisajes de aprendizaje constituyen una metodología activa que sitúa al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje (Hernando, 2015), combinando tres elementos interdependientes: una narrativa o mundo simbólico que dota al conjunto de actividades de coherencia temática y actúa como motor de motivación intrínseca; una matriz de actividades de distinta naturaleza y nivel de exigencia que los estudiantes recorren de forma no estrictamente lineal, eligiendo parcialmente su propio itinerario según sus intereses, fortalezas o ritmo de trabajo; y un entorno de presentación, habitualmente visual y digital, que hace visible la estructura del paisaje y permite orientarse dentro de él. A diferencia de otras metodologías activas, su potencial específico reside en que puede integrar el aprendizaje cooperativo, la indagación o la gamificación en un marco coherente, definiendo la estructura global y la narrativa dentro de la cual esas metodologías operan.

Lo que distingue a un paisaje de aprendizaje de una simple colección de actividades diferenciadas es, precisamente, la integración de estos tres elementos en un diseño coherente. La narrativa convierte la matriz en una experiencia con sentido; el entorno visual hace que esa experiencia sea navegable y transparente para el alumno. Sin cualquiera de los tres componentes, el diseño pierde una parte sustancial de su potencial pedagógico: sin narrativa, las actividades quedan desconectadas y pierden su capacidad de motivar; sin itinerarios múltiples, la personalización desaparece; sin un entorno que estructure la navegación, el alumno carece de la orientación necesaria para ejercer autonomía real. En la literatura anglosajona, conceptos como *personalized learning environments*, *differentiated instruction* (Tomlinson, 1999) o *flexible learning pathways*, reconocen dimensiones parciales del constructo, pero ninguno lo equivale en su totalidad: la narrativa gamificada y el entorno visual interactivo son elementos que los marcos internacionales raramente incorporan de forma sistemática, lo que otorga al paisaje de aprendizaje una identidad pedagógica propia dentro del panorama hispanohablante.

3.1.3 La matriz de diseño

La herramienta que hace operativo el diseño de la matriz de actividades surge de la intersección entre dos marcos de referencia: la taxonomía revisada de objetivos educativos de Anderson y Krathwohl (2001) y la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (2000, 1983). Esta intersección se materializa en una matriz bidimensional en la que cada eje representa una dimensión del diseño. El eje vertical recoge los niveles cognitivos de la taxonomía revisada de Bloom (desde recordar hasta crear), lo que permite graduar la demanda cognitiva de cada actividad de forma explícita y sistemática. El eje horizontal recoge los tipos de inteligencia propuestos por Gardner, lo que permite diversificar la modalidad a través de la cual el estudiante accede al contenido y demuestra su aprendizaje. Cada celda de la matriz representa una posible actividad que moviliza un determinado nivel cognitivo a través de una determinada vía de expresión o acceso al conocimiento.

La lógica que subyace a este instrumento de diseño es doble y conviene distinguirla con claridad. El eje cognitivo garantiza que el repertorio de actividades no se concentre en los niveles inferiores de la jerarquía y tratar de huir del error más frecuente en el diseño instruccional tradicional, que tiende a privilegiar la transmisión de información sobre su elaboración; sino que incluya tareas que exijan análisis, evaluación y creación. El eje de las inteligencias garantiza, por su parte, que no todas las actividades movilicen el mismo tipo de capacidad: un diseño que proponga exclusivamente problemas numéricos y textos escritos privilegia sistemáticamente a los estudiantes con fortalezas lógico-matemáticas o lingüísticas, dejando fuera otras vías igualmente válidas de acceso al contenido para estudiantes con perfiles distintos.

Conviene subrayar que la matriz no es una prescripción que deba completarse en su totalidad. Forzar una actividad para cada celda produciría tareas artificiales que no encajarían ni en el contenido ni en la narrativa, comprometiendo tanto la coherencia del paisaje como la calidad del aprendizaje. El criterio adoptado en esta propuesta es distinto: se asegura una cobertura mínima de al menos un nivel de Bloom y al menos un tipo de inteligencia por actividad, y se priorizan las intersecciones que tienen un encaje natural con el contenido físico y con la narrativa elegida. Las celdas sin encaje real se dejan vacías deliberadamente. La matriz funciona, en este sentido, como un mapa de posibilidades del que el diseñador extrae las combinaciones pertinentes, no como una plantilla que rellenar a cualquier precio, como puede observarse en la **Figura 1**.

	 LINGÜÍSTICO-VERBAL	 LÓGICO-MATEMÁTICA	 INTERPERSONAL	 INTRAPERSONAL	 CORPORAL-CINESTÉSICA	 MUSICAL	 VISUAL-ESPACIAL	 NATURALISTA
CREAR Diseña / idea								
EVALUAR Revisa / prueba								
ANALIZAR Organiza								
APLICAR Usa / ejemplifica								
COMPRENDER Compara								
RECORDAR Define, describe								

Figura 1: Alfredo Hernando. Matriz paisaje de aprendizaje. Captura del libro Viaje a la escuela del siglo XXI(Hernando, 2015)

Esta manera de operar con la matriz tiene una implicación importante para la función que cumple cada uno de sus ejes. El eje de Bloom actúa como eje de progresión: las actividades obligatorias se concentran preferentemente en los niveles intermedios (comprender, aplicar, analizar), que constituyen los aprendizajes mínimos exigibles según el currículo, mientras que las optativas pueden escalar hacia los niveles superiores (evaluar, crear) u ofrecer una vía alternativa de acceso a los niveles intermedios desde una modalidad distinta. El eje de las inteligencias actúa, en cambio, como eje de acceso: no determina la dificultad intrínseca de la actividad, sino la modalidad a través de la cual el estudiante interactúa con el contenido. Una actividad en el nivel crear puede diseñarse desde la inteligencia musical, por ejemplo, componiendo una canción, o desde la espacial, como diseñar una infografía; sin que ninguna de las dos sea inherentemente más exigente que la otra en términos cognitivos. Esta distinción entre progresión y acceso es lo que permite que la matriz funcione simultáneamente como herramienta de graduación de la exigencia y como herramienta de personalización del aprendizaje.

La articulación de ambos ejes en un único instrumento permite construir un paisaje de aprendizaje que sea exigente en términos cognitivos al cubrir todos los niveles relevantes de la jerarquía de Bloom y accesible en términos pedagógicos porque ofrece múltiples vías para alcanzar esa exigencia. Esta doble condición es la que conecta la herramienta de diseño con el marco normativo vigente, en particular con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje que la LOMLOE incorpora explícitamente en su articulado. El fundamento teórico de cada uno de los dos ejes, así como el debate sobre su validez y su articulación con el DUA, se desarrollan en las secciones siguientes.

3.1.4 Taxonomía revisada de Bloom

La taxonomía de objetivos educativos propuesta por Benjamin Bloom y un equipo de examinadores universitarios en 1956 surgió en un momento en que la psicología educativa buscaba un lenguaje técnico compartido para describir los resultados esperables del proceso de enseñanza. El proyecto respondía a una necesidad práctica concreta: disponer de un marco común que permitiera formular, comunicar y evaluar objetivos de forma coherente y comparable entre distintos docentes, asignaturas e instituciones. El resultado fue una clasificación jerárquica de los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje, organizada en seis categorías que van de los más simples (conocimiento y comprensión) a los más complejos (aplicación, análisis, síntesis y evaluación). La hipótesis jerárquica que subyace al modelo tiene consecuencias pedagógicas relevantes: se asume que los niveles superiores presuponen el dominio de los inferiores, de modo que no puede analizarse lo que no se ha comprendido, ni evaluarse con criterio lo que no se ha analizado previamente. Esta progresión tiene implicaciones directas para la secuenciación de actividades y para determinar qué aprendizajes constituyen el mínimo exigible y cuáles son de ampliación (Bloom et al., 1956).

La revisión publicada por Anderson y Krathwohl (2001), elaborada por un equipo que incluía colaboradores del proyecto original de Bloom, introdujo modificaciones que van más allá de una simple actualización terminológica. El cambio más visible es la sustitución de los sustantivos originales por verbos de acción: donde la taxonomía de 1956 hablaba de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación, la versión revisada propone recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. Al formular los niveles como

procesos activos y observables, la taxonomía revisada facilita su traslación directa a objetivos redactados en términos de conducta observable, a enunciados de actividad y a descriptores de rúbrica. También se modifica el orden de los dos niveles superiores: la síntesis desaparece como categoría independiente y queda absorbida por crear, que pasa a ocupar el nivel más alto de la jerarquía, bajo el argumento de que producir algo nuevo implica una integración de conocimientos y procesos más compleja que la valoración crítica de lo existente. La comparación entre la primera versión y la revisada en 2001 se puede observar con claridad en la **Figura 2**.

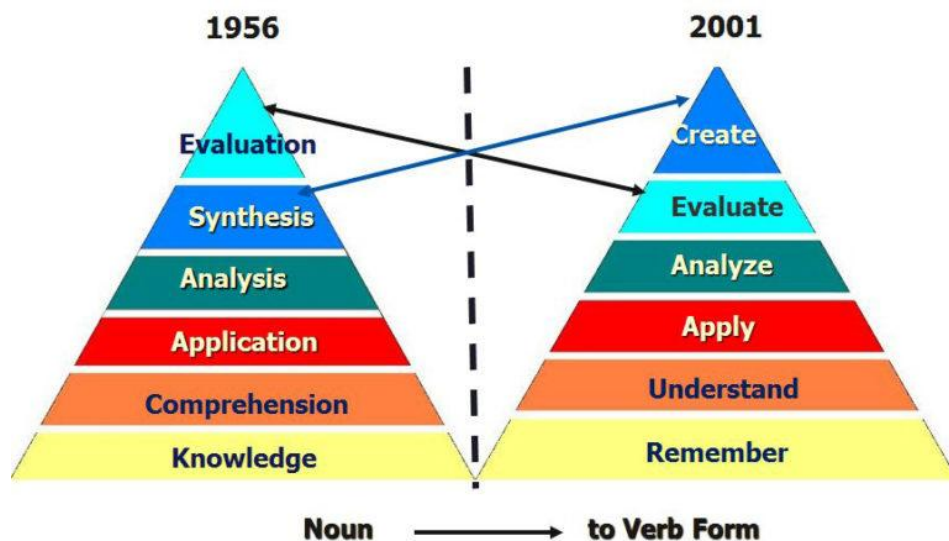


Figura 2: Comparación entre la primera versión de la Taxonomía de Bloom y su revisión. Imagen propiedad de Wilson, Leslie O. 2001 <https://thesecondprinciple.com/essential-teaching-skills/blooms-taxonomy-revised/>

De esta manera, la definición de los diferentes niveles que se utilizan actualmente sería:

- **Recordar:** Consiste en localizar, reconocer y recuperar información relevante de la memoria a largo plazo. Es el nivel más básico y se centra en la memorización de datos, términos, hechos específicos o procedimientos sin necesidad de transformarlos. Las acciones asociadas incluyen listar, describir, denominar y encontrar.
- **Comprender:** Implica construir significados y dar sentido a los mensajes, demostrando que se entiende la relación entre los conocimientos previos y el nuevo contenido. En este nivel, el estudiante es capaz de interpretar, ejemplificar, clasificar, resumir y parafrasear la información recibida. Se diferencia del recuerdo en que requiere una traducción o interpretación del material.
- **Aplicar:** Se define como la capacidad de utilizar o implementar un procedimiento para resolver un problema o realizar una tarea en una situación determinada. Este nivel exige transferir el conocimiento desde un entorno conocido a contextos nuevos o específicos. Las actividades operativas incluyen ejecutar, desempeñar y usar fórmulas o teorías en la práctica.
- **Analizar:** Consiste en descomponer el conocimiento en sus partes constitutivas y detectar cómo estas se relacionan entre sí y con una estructura o propósito global. El

estudiante debe ser capaz de diferenciar las partes de un todo, organizar los elementos y atribuir intenciones o puntos de vista. Es fundamental para descubrir fallos lógicos o distinguir hechos de hipótesis.

- **Evaluar:** Implica realizar juicios basados en criterios y estándares cualitativos o cuantitativos para determinar la calidad, eficacia o valor de una solución o método. Se vincula directamente con la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje y el pensamiento crítico. Los procesos operativos son comprobar, criticar, revisar y monitorizar.
- **Crear:** Es el nivel más alto de complejidad cognitiva y consiste en reunir elementos para formar un todo coherente y original, o reorganizarlos en un nuevo patrón o estructura. El estudiante actúa como productor de contenido, generando proyectos o planes que no existían previamente. Las acciones clave son diseñar, construir, planear, idear y producir.

El segundo cambio de Anderson y Krathwohl (2001) es conceptualmente más profundo y tiene implicaciones directas para el diseño de actividades en ciencias: la incorporación de una segunda dimensión al modelo, la dimensión del conocimiento. Mientras que los niveles cognitivos (verbos) describen el proceso, esta dimensión permite categorizar la naturaleza del contenido que se aprende, facilitando una planificación más precisa al distinguir entre cuatro tipos de saberes:

- **Conocimiento Factual:** Comprende los elementos básicos y aislados que el estudiante debe conocer para estar familiarizado con una disciplina o resolver problemas en ella. Incluye tanto el conocimiento de la terminología específica (símbolos, vocabulario técnico) como el de los detalles y hechos precisos (propiedades físicas, datos o fuentes de información).
- **Conocimiento Conceptual:** Se refiere a las interrelaciones entre los elementos básicos dentro de una estructura mayor que les permite funcionar de forma conjunta. Abarca el conocimiento de las clasificaciones y categorías, los principios y generalizaciones (como las leyes científicas) y el conocimiento de teorías, modelos y estructuras conceptuales.
- **Conocimiento Procedimental:** Es el conocimiento sobre cómo hacer algo. Incluye el dominio de técnicas, métodos de investigación y algoritmos, así como el conocimiento de los criterios para determinar cuándo es apropiado utilizar un procedimiento determinado en una tarea concreta.
- **Conocimiento Metacognitivo:** Comprende el conocimiento de la cognición en general, así como la conciencia y conocimiento de la propia cognición. Implica que el alumno aprenda a gestionar sus procesos de aprendizaje, identifique sus fortalezas y sea capaz de reflexionar sobre su pensamiento para autorregularlo.

La combinación de los seis niveles cognitivos con los cuatro tipos de conocimiento genera una tabla de doble entrada que permite especificar con mayor precisión qué se espera que el estudiante aprenda y cómo se espera que lo demuestre, como puede observarse en la **Figura 3**.

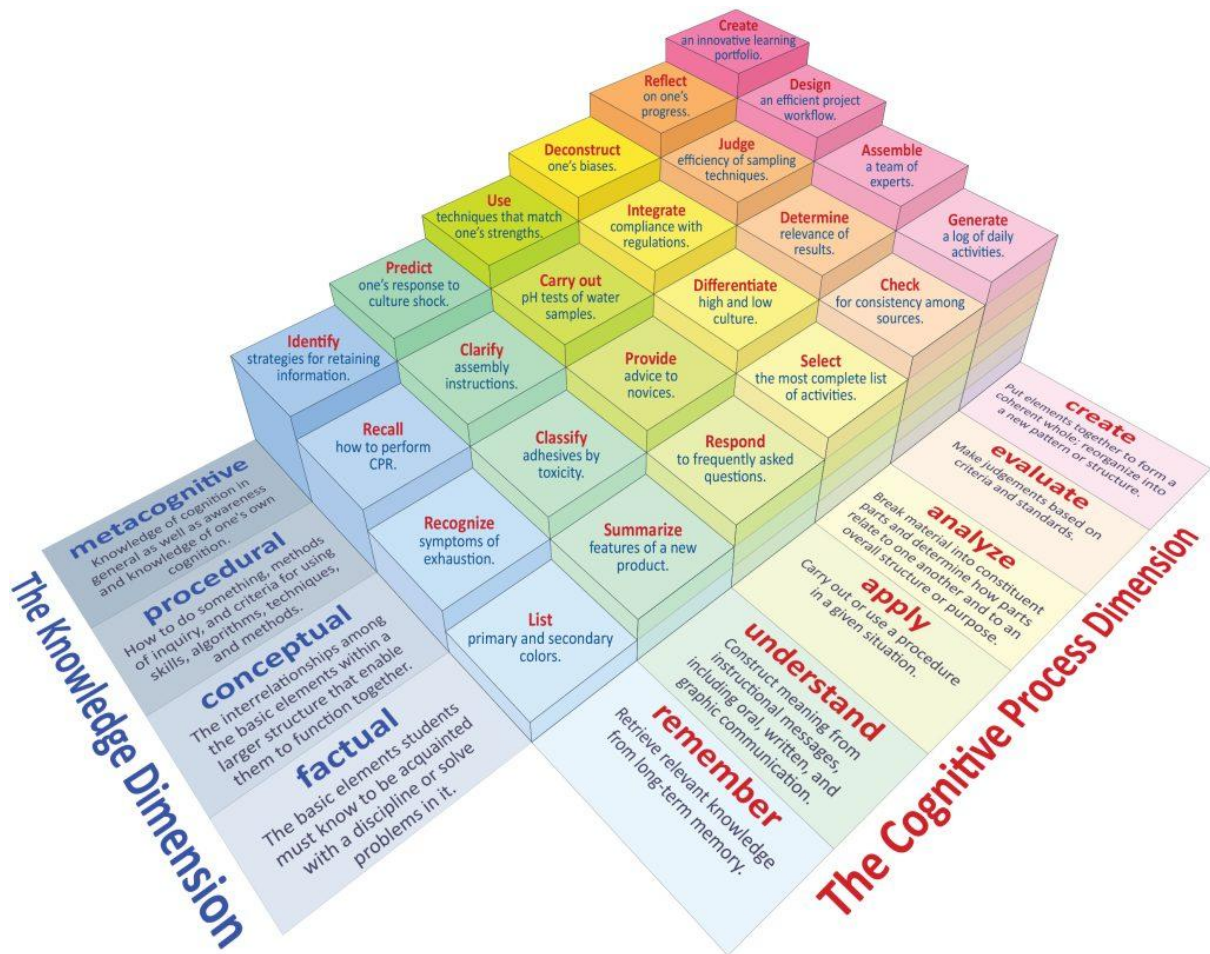


Figura 3: A Model of Learning Objectives—based on A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives by Rex Heer, Center for Excellence in Learning and Teaching, Iowa State University is licensed under a CC BY-SA (Attribution-ShareAlike) 4.0 International License. Disponible en: <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/resources/Model%20of%20Learning%20Objectives.pdf>

En el diseño de actividades para la enseñanza de la energía, esta distinción tiene aplicación concreta. Recordar la definición de energía cinética o la fórmula que la expresa moviliza el nivel recordar con conocimiento factual; comprender por qué el rozamiento no destruye la energía sino que la transforma en formas menos aprovechables implica operar en el nivel comprender con conocimiento conceptual; resolver un problema de conservación de la energía mecánica supone trabajar en el nivel aplicar con conocimiento procedimental; y reflexionar sobre los propios errores en esa resolución corresponde al nivel evaluar con conocimiento metacognitivo. La taxonomía bidimensional no solo distribuye las actividades por nivel de complejidad cognitiva, sino que permite identificar qué tipo de conocimiento se trabaja en cada momento, lo que resulta especialmente útil para detectar si el diseño cubre de forma equilibrada las cuatro dimensiones o queda sesgado hacia las puramente factuales y procedimentales, que son las más habituales en la enseñanza tradicional de la física y la química.

La taxonomía revisada no está exenta de críticas. La jerarquía implícita en el modelo,

según la cual crear es necesariamente más complejo que recordar, no se sostiene en todos los contextos: memorizar un sistema formal extenso puede ser cognitivamente más exigente que producir una respuesta creativa elemental, y los niveles tienden a presentarse como categorías discretas cuando en la práctica el aprendizaje real implica procesos que se solapan y retroalimentan de forma continua. Estas limitaciones, sin embargo, no invalidan la taxonomía como herramienta de diseño; indican únicamente que debe usarse como referencia orientadora y no como prescripción rígida, que es el uso que se le otorga en esta propuesta.

3.1.5 Teoría de las inteligencias múltiples y su debate

La teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner (1983) nació como impugnación del paradigma dominante en la psicología de la inteligencia, que desde los trabajos de Spearman a principios del siglo XX tendía a explicar el rendimiento cognitivo humano en términos de un factor general (el denominado factor g) susceptible de cuantificación mediante pruebas estandarizadas. Para Gardner, este paradigma empobrecía la concepción de lo que los seres humanos son capaces de aprender y hacer, al reducir la inteligencia a las capacidades que los tests psicométricos priorizan (fundamentalmente las de tipo lógico y verbal) e ignorar otras formas de capacidad humana igualmente complejas y socialmente valiosas. Frente al modelo unitario, Gardner propone que la inteligencia es un conjunto de capacidades relativamente autónomas, cada una con criterios de identificación propios y con expresiones distintas según el contexto cultural y evolutivo en el que se desarrolla.

Para delimitar qué cuenta como una inteligencia independiente, Gardner establece en *Frames of Mind* (1983) un conjunto de criterios que deben cumplirse de forma conjunta: la existencia de evidencia de daño cerebral selectivo que afecte a esa capacidad sin comprometer otras; la presencia de individuos prodigio o con habilidades excepcionales en ese dominio; una historia evolutiva plausible que justifique su valor adaptativo; la existencia de operaciones cognitivas nucleares identificables y propias; la posibilidad de codificación en sistemas de símbolos específicos; una trayectoria de desarrollo diferenciada a lo largo del ciclo vital; y cierto grado de respaldo en la investigación psicológica experimental y psicométrica. Aplicando estos criterios, Gardner identifica originalmente siete inteligencias: la lingüístico-verbal, la lógico-matemática, la espacial, la musical, la corporal-cinestésica, la interpersonal y la intrapersonal. En una revisión posterior (Gardner, 2000), incorpora formalmente una octava, la inteligencia naturalista, definida como la capacidad para reconocer, clasificar y relacionarse con los elementos del entorno natural; y discute la posible existencia de otras sin incorporarlas formalmente al modelo. De esta manera, una definición breve de cada una de estas inteligencias sería la siguiente:

- **Inteligencia Lingüístico-Verbal:** Es la capacidad de utilizar las palabras de manera eficaz, sea de forma oral o escrita. Implica una sensibilidad especial al significado de las palabras, al orden sintáctico y a las funciones del lenguaje, facilitando destrezas para la escritura creativa, la oratoria y la escucha activa.
- **Inteligencia Lógico-Matemática:** Involucra la capacidad de emplear métodos lógicos y resolver problemas matemáticos de manera deductiva. Se manifiesta en el reconocimiento de patrones, la creación de fórmulas que organizan contenidos, el descifrado de códigos y el razonamiento sistemático para resolver problemas.

- **Inteligencia Espacial:** Se define por la capacidad de percibir el entorno visual-espacial con precisión, permitiendo realizar transformaciones mentales de la experiencia visual incluso en ausencia de estímulos físicos. Es fundamental para la representación gráfica, el diseño tridimensional, los mapas mentales y la orientación espacial. También se denomina como visual-espacial en parte de la literatura.
- **Inteligencia Musical:** Es la facultad de percibir, distinguir, transformar y expresar formas musicales. Incluye una sensibilidad al ritmo, el tono, la melodía y el timbre, permitiendo no solo la interpretación y composición, sino también la asociación de sonidos con conceptos e ideas.
- **Inteligencia Corporal-Cinestésica:** Hace referencia a la capacidad de coordinar y manejar el propio cuerpo con precisión para expresar ideas y sentimientos o para alcanzar metas funcionales. Destacan en ella el control del movimiento, la motricidad fina y la destreza en la manipulación de objetos.
- **Inteligencia Interpersonal:** Se basa en la capacidad de percibir y distinguir los estados de ánimo, intenciones, motivaciones y sentimientos de otras personas. Facilita la comunicación efectiva, la empatía y la capacidad de liderar o trabajar en grupos cooperativos.
- **Inteligencia Intrapersonal:** Refiere al conocimiento de los aspectos internos de la propia persona: el acceso a la propia vida emocional y la capacidad de efectuar discriminaciones entre los sentimientos para orientar la propia conducta. Involucra la autoevaluación, la metacognición y la autorregulación emocional.
- **Inteligencia Naturalista:** Consiste en la capacidad de observar, identificar y clasificar miembros de grupos o especies, entendiendo las relaciones existentes en el mundo natural. Se vincula con la curiosidad por el funcionamiento del entorno, la aplicación del método científico y la comprensión de causas y efectos en fenómenos físicos.

Las implicaciones pedagógicas de la teoría son directas. Si los estudiantes difieren en su perfil de capacidades, y si la enseñanza tradicional privilegia sistemáticamente las inteligencias lingüísticas y lógico-matemática a través de la clase magistral, el libro de texto y el examen escrito, una parte significativa del alumnado está siendo evaluada con instrumentos que no capturan sus verdaderas capacidades ni le ofrecen vías adecuadas para demostrar lo que ha aprendido. Diversificar los tipos de actividades equivale, desde esta lógica, a ampliar el acceso al contenido y a ofrecer a cada estudiante al menos una modalidad en la que pueda expresar su comprensión con mayor competencia y confianza.

La teoría ha suscitado un debate académico considerable que conviene abordar con precisión, distinguiendo los niveles en que opera la crítica. El primero y más sustancial es el neurocientífico. Waterhouse (2006) señala que las teorías de las inteligencias múltiples, el efecto Mozart y la inteligencia emocional carecen de respaldo empírico adecuado y no deberían servir de base para la práctica educativa; argumenta específicamente que no existe evidencia de módulos cerebrales independientes correspondientes a cada inteligencia propuesta por Gardner y que la teoría no genera predicciones falsables que la distingan de explicaciones alternativas basadas en el factor g. El segundo nivel de crítica es psicométrico: desde la tradición del análisis factorial, las capacidades identificadas por Gardner correlacionan entre sí en mayor medida de lo que la hipótesis de independencia modular requeriría, lo que sugiere que el factor general de

inteligencia explica una parte significativa de la varianza que el modelo atribuye a inteligencias independientes. Willingham (2004) añade una crítica especialmente relevante para el contexto educativo: la teoría de las inteligencias múltiples tiende a confundirse en la práctica con la hipótesis de los estilos de aprendizaje, es decir, la idea de que cada alumno aprende mejor a través de un canal sensorial preferente. Hipótesis que tampoco cuenta con respaldo empírico en sus formulaciones más fuertes y cuyas intervenciones derivadas no muestran efectos consistentes sobre el rendimiento académico. Hattie (2008), en su síntesis de más de ochocientos metaanálisis sobre variables que influyen en el rendimiento escolar, no identifica efectos significativos de las intervenciones basadas en inteligencias o estilos de aprendizaje.

Cabe señalar, no obstante, que el propio Gardner respondió a los críticos en el mismo número de la revista en que Waterhouse publicó su revisión. Gardner y Moran (2006), en respuesta directa a Waterhouse, defienden que los criterios empleados para identificar cada inteligencia no son exclusivamente neurológicos, sino que incluyen evidencia evolutiva, psicológica y antropológica, y que la teoría no debe evaluarse únicamente por sus predicciones neurocientíficas, sino por su capacidad para describir y organizar la diversidad cognitiva humana de forma útil. Esta réplica no resuelve las objeciones centrales como la falta de validación experimental independiente, que sigue siendo una limitación real; pero ilustra que el debate no está cerrado y que la teoría mantiene defensores que argumentan desde criterios distintos a los estrictamente neurocientíficos.

3.1.6 Fundamentación e integración con el DUA

Una vez situado el debate en sus términos precisos, la distinción más relevante para el uso pedagógico de la teoría es la que existe entre las inteligencias múltiples como descripción de la arquitectura cognitiva humana y las inteligencias múltiples como heurístico de diseño instruccional. Las críticas expuestas atacan con solidez la primera dimensión: Gardner no ha demostrado que los seres humanos posean módulos cognitivos independientes con las características que describe. Sin embargo, de esa debilidad teórica no se sigue que diversificar las modalidades de actividad en el aula mediante la tipología de Gardner produzca peores resultados que no hacerlo; son preguntas distintas, y la segunda no ha recibido el mismo nivel de atención empírica que la primera. Si en el diseño se renuncia a la afirmación de que cada alumno posee un perfil neurológico fijo de inteligencias, que es el punto donde la evidencia falla con mayor claridad, lo que queda es una tipología de ocho categorías que funciona como recordatorio sistemático de ocho vías distintas de acceso al contenido y de expresión del aprendizaje.

Esa función tiene respaldo teórico sólido y reconocimiento normativo explícito en el Diseño Universal para el Aprendizaje. El DUA propone tres principios para reducir las barreras en el acceso al currículo y garantizar que todos los estudiantes puedan aprender de forma efectiva: proporcionar múltiples medios de representación (distintas formas de presentar la información), múltiples medios de acción y expresión (distintas formas de que el estudiante demuestre su aprendizaje) y múltiples medios de implicación (distintas formas de motivar y sostener el compromiso con el aprendizaje). A diferencia de las inteligencias múltiples, el DUA no postula perfiles cognitivos fijos ni capacidades modulares: parte del reconocimiento de que la variabilidad en el aprendizaje es la norma y no la excepción, y que un diseño accesible para la diversidad no solo reduce barreras para quienes más las necesitan, sino que mejora las

condiciones de aprendizaje para el conjunto del grupo (Center for Applied Special Technology, 2024).

Cada tipo de inteligencia de Gardner actúa, dentro de este marco, como recordatorio práctico de un posible medio de representación o expresión que de otro modo podría omitirse en el diseño: la inteligencia musical señala que puede diseñarse una actividad en la que el estudiante acceda al contenido o lo exprese a través del ritmo o la melodía; la corporal-cinestésica apunta al valor del experimento manipulativo; la espacial, al de la representación gráfica; la interpersonal, al del debate y la discusión estructurada. Este uso de la tipología de Gardner como lista de comprobación de vías de acceso y expresión es independiente de cualquier afirmación sobre la naturaleza neurológica de la inteligencia, y es perfectamente compatible con los fundamentos del DUA. La justificación pedagógica de la matriz de doble entrada Bloom-Gardner se ancla, por tanto, en el DUA y no en Gardner, lo que le otorga un respaldo normativo de primer orden.

La LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre) incorpora los principios del DUA en su título preliminar, entre los principios y fines de la educación, estableciendo la necesidad de proporcionar al alumnado múltiples medios de representación, de acción y expresión y de formas de implicación en la información que se le presenta. Por primera vez en la legislación española, el DUA aparece citado de forma expresa en el artículo 4.3 de la nueva redacción de la Ley Orgánica de Educación, donde se propone como garantía de atención a la diversidad dentro del modelo de educación inclusiva que debe regir el sistema en su enseñanza básica. Esta mención se traslada al Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, que incorpora los principios del DUA como marco de referencia para el diseño de las medidas curriculares y organizativas de la etapa.

3.2 Enseñanza de energía

El análisis de la didáctica de la energía en la educación secundaria revela problemas estructurales arraigados en el modelo de enseñanza tradicional. El primer obstáculo radica en la tendencia a introducir este concepto desde una abstracción prematura y un marcado formalismo matemático. Como señalan Doménech et al. (2001), la práctica habitual en las aulas consiste en presentar las fórmulas operativas de la energía cinética o de la energía potencial antes de que los estudiantes hayan construido una comprensión cualitativa de qué es la energía y cómo se transfiere. Los alumnos aprenden a resolver problemas algorítmicos sustituyendo variables mecánicamente, pero no logran conectar estos cálculos con los procesos físicos reales. Además, este enfoque tradicional genera una contradicción conceptual importante: mientras que en el aula se insiste en el principio de conservación de la energía, en el ámbito cotidiano los estudiantes reciben constantemente mensajes sobre la crisis energética o la necesidad de ahorrar energía.

Doménech et al. (2001) explican que las secuencias didácticas tradicionales rara vez resuelven esta aparente paradoja, ya que suelen omitir o relegar la idea de degradación de la energía. Al no explicar que la energía no desaparece, sino que se dispersa en forma de calor perdiendo su utilidad, en ocasiones los estudiantes se ven incapaces de vincular las leyes de la física escolar con los problemas ambientales de su entorno. El sistema educativo insiste de

forma casi dogmática en el axioma de que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Sin embargo, este mensaje choca frontalmente con los discursos socioeconómicos y de los medios de comunicación que alertan constantemente sobre la "crisis energética" o la necesidad de "ahorrar energía". La enseñanza tradicional rara vez asume el reto de resolver esta paradoja cognitiva en la mente del estudiante. Para lograrlo, sería necesario introducir de forma simultánea el segundo principio de la termodinámica adaptado pedagógicamente, explicando que, si bien la cantidad total de energía se mantiene constante en un sistema aislado, su calidad disminuye irreversiblemente en cada transformación, volviéndose menos útil o aprovechable. Al omitir esta visión cualitativa de la degradación, el alumnado se ve incapaz de reconciliar la física del aula con los problemas de su entorno, un obstáculo epistemológico que Solbes y Tarín (2004) ya identificaron como una de las causas principales de la desconexión del alumnado con la disciplina.

A esta deficiencia en el enfoque metodológico se suma el peso de las concepciones intuitivas con las que los adolescentes intentan dar sentido a los fenómenos físicos. La investigación demuestra que los estudiantes no abordan la materia con la mente en blanco, sino que han desarrollado su propia interpretación de la realidad. En su análisis de lo que denominan "la ciencia de los alumnos", Hierrezuelo (1989) exponen ejemplos muy claros de cómo el alumnado conceptualiza la energía de forma muy distinta a la ciencia oficial. En las aulas de secundaria, es muy común que los estudiantes asocien la energía de manera exclusiva con la fuerza, la vida o el movimiento evidente. Para la mayoría de ellos, una persona corriendo, un vehículo en marcha o un aparato eléctrico en funcionamiento poseen energía, mientras que un objeto pesado en reposo, como una roca situada en lo alto de una colina o un libro apoyado en una mesa, carece por completo de ella al no registrarse ninguna actividad visible. Asimismo, predomina una visión sustancialista o materialista, donde la energía es concebida como una suerte de fluido, combustible o ingrediente material que los cuerpos contienen y que se gasta o se agota materialmente tras realizar una acción.

Este marco de ideas previas condiciona de manera drástica el éxito de cualquier intervención educativa. Como advierte Carrascosa-Alís (2014), estas ideas alternativas no deben interpretarse como simples despistes individuales o errores superficiales que puedan corregirse con una aclaración puntual por parte del docente. Al contrario, se trata de verdaderas teorías implícitas, construidas a lo largo de los años mediante la experiencia sensorial y el lenguaje cotidiano, que muestran una enorme estabilidad y una fuerte resistencia al cambio conceptual a través de la instrucción tradicional. Carrascosa-Alís (2014) destaca que cuando el diseño didáctico ignora la existencia de estas estructuras preexistentes, se produce un fenómeno de compartimentación cognitiva. El estudiante aprende a reproducir de memoria las definiciones y las ecuaciones para superar las evaluaciones, pero mantiene intactas sus concepciones intuitivas. De este modo, un alumno puede obtener una buena calificación resolviendo problemas numéricos de energía potencial y, simultáneamente, seguir convencido fuera del examen de que un objeto inmóvil no almacena energía de ningún tipo, ya que no ha modificado su esquema conceptual interno.

Para sistematizar esta brecha y delimitar con precisión los objetivos pedagógicos de la materia, Solbes y Tarín (2004) tipifican las correspondencias exactas entre los indicadores que demuestran qué significa realmente comprender la energía y las dificultades específicas de aprendizaje que obstaculizan dicho proceso, como se puede ver en la **Figura 4**.

¿Qué significa comprender la energía y su conservación?	Dificultades de aprendizaje
Reconocer la energía como una propiedad de todos los sistemas.	Asociar la energía sólo a los sistemas en movimiento o con vida.
Identificar el trabajo como un proceso de transferencia de energía.	Identificar el trabajo con el esfuerzo o definición puramente operativa del trabajo.
Clasificar, inicialmente, distintas formas de energía como cinéticas o potenciales.	Identificar las formas de energía con sus fuentes.
Reconocer la energía cinética como la asociada al movimiento. Asociar la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra y atribuirle a la interacción entre el objeto y la Tierra.	Localizar la energía potencial gravitatoria en un objeto.
Reconocer que la energía se transforma.	Analizar los fenómenos en términos perceptivos sin considerar la transformación de la energía.
Reconocer que la energía de un sistema aislado se conserva.	Reconocer el consumo de energía pero no su conservación.
Establecer las limitaciones de la conservación de la energía mecánica.	Desconocer la transformación de energía mecánica en interna.
Reconocer el calor como un mecanismo de transferencia de energía.	Identificar el calor con la temperatura
Interpretar el primer principio de la termodinámica y reconocerlo como una generalización de la ley de conservación de la energía mecánica.	No reconocer la degradación de la energía.
Reconocer la degradación de la energía como la transformación de energía mecánica en calor.	Identificar la transformación de energía mecánica en interna como un gasto de energía.
Utilizar la conservación de la energía en la interpretación de fenómenos de importancia social: crisis de la energía, energías renovables.	Desconocer las relaciones CTS.
Valorar las consecuencias ambientales de la producción y consumo de la energía.	Desconocer las relaciones CTSA.
Reconocer otras formas de energía: campos libres, energía en reposo y energía como un principio unificador de toda la física.	Identificar toda la energía con cinética o potencial.
Identificar el principio de conservación de la energía como un principio de toda la física.	Limitarlo a la mecánica y la termodinámica.

Figura 4: Correspondencias entre la comprensión del concepto de energía y sus dificultades de aprendizaje. Fuente: Solbes y Tarín (2004)

Este desfase entre la rigidez de los contenidos escolares y la estructura mental del alumno acaba teniendo repercusiones directas en la dimensión afectiva y motivacional. En un estudio transversal que abarca desde el último ciclo de primaria hasta el final de la educación secundaria obligatoria, Marbà y Márquez (2010) constatan un declive progresivo en el interés de los estudiantes hacia las clases de ciencias. Mientras que en los niveles iniciales el alumnado muestra curiosidad por los fenómenos naturales, a medida que avanzan los cursos de la ESO, asignaturas como la física y la química empiezan a percibirse como disciplinas áridas por algunos estudiantes, monótonas y desconectadas de sus realidades e intereses personales. La insistencia en metodologías transmisivas, basadas en la copia de apuntes y en la resolución repetitiva de problemas abstractos descontextualizados, agudiza esta falta de implicación.

La confluencia de factores como las deficiencias del modelo tradicional, la persistencia de las ideas alternativas sobre la energía y el desplome de la motivación en secundaria exige un replanteamiento profundo en el diseño de las unidades didácticas. No es suficiente con transmitir la información de una manera más clara, sino que es necesario transformar la dinámica del aula. En este escenario, la presente propuesta encuentra su justificación en el uso de los paisajes de aprendizaje como entorno metodológico. Al articular un diseño continuo y

diversificado, este enfoque permite crear situaciones didácticas donde los estudiantes pueden hacer explícitas sus ideas previas sobre la energía, contrastarlas mediante retos significativos y regular su propio ritmo de trabajo. De este modo, la estructura visual y narrativa de los paisajes no solo aborda la complejidad conceptual de la energía combinando diferentes niveles de demanda cognitiva, sino que también ofrece una respuesta directa al desapego motivacional diagnosticado por la investigación educativa.

3.3 La narrativa Marvel en la enseñanza de la física

El uso de referentes de la cultura popular como contexto narrativo en la enseñanza de las ciencias no es un recurso meramente decorativo, sino una estrategia pedagógica con fundamento en la investigación educativa. Zehr (2014) argumenta que los iconos de la cultura popular funcionan como puentes cognitivos entre el conocimiento cotidiano del estudiante y los conceptos científicos que se pretende enseñar: al anclar un contenido abstracto en un referente familiar y emocionalmente significativo, se reduce la distancia percibida entre el mundo del estudiante y el mundo de la ciencia, lo que favorece tanto la motivación inicial como la retención a largo plazo. Este principio cobra especial relevancia en la etapa de educación secundaria, en la que mantener el interés del alumnado por las ciencias constituye uno de los principales retos de la didáctica de la física y la química.

Dentro de la cultura popular, el género de los superhéroes ocupa un lugar privilegiado para la enseñanza de la física por una razón que va más allá de su popularidad: sus poderes y tecnologías, aunque ficticios, están contruidos sobre premisas que el alumnado percibe intuitivamente como físicamente plausibles, lo que genera un terreno especialmente fértil para el conflicto cognitivo productivo. Kakalios (2009) fue pionero en explotar sistemáticamente esta tensión, demostrando que las preguntas que surgen de analizar las capacidades de personajes como Spider-Man o Iron Man permiten introducir y desarrollar conceptos de mecánica, energía y termodinámica de forma rigurosa: ¿puede una telaraña detener una caída libre sin dañar a quien cae, dado que la desaceleración brusca al final del movimiento implica una fuerza potencialmente letal? ¿qué temperatura alcanzaría una armadura metálica sometida a fricción aerodinámica durante el vuelo supersónico, y qué impone ese calentamiento sobre el diseño de sus sistemas de refrigeración y sobre el rendimiento máximo alcanzable? Estas no son preguntas decorativas sino interrogantes que movilizan directamente los principios de conservación de la energía, el teorema trabajo-energía, el equilibrio térmico y el segundo principio de la termodinámica. Fitzgerald (2018) trasladó este enfoque al aula de secundaria con actividades estructuradas sobre personajes del género superheroico y concluyó que la narrativa de este tipo actúa como motor de curiosidad sin sacrificar el rigor conceptual. La evidencia empírica más reciente confirma esta dirección: Plotz y Fitzgerald (2021) demostraron con una muestra de 141 estudiantes de secundaria que una intervención didáctica de física sustentada en el género superheroico producía mejoras significativas en el conocimiento del alumnado, al tiempo que era valorada positivamente por la mayoría de los participantes.

En esta propuesta, el universo Marvel actúa como hilo conductor de los dos paisajes de aprendizaje bajo el lema "un gran poder conlleva una gran responsabilidad", que vertebra una progresión conceptual a dos escalas crecientes. El Paisaje 1, protagonizado por Spider-Man, sitúa al estudiante en la escala individual: las transformaciones de energía mecánica en el

movimiento de un cuerpo, el trabajo que realizan las fuerzas que actúan sobre él y el rendimiento de los sistemas que lo mueven. La física mecánica se aborda desde situaciones a escala humana en las que el alumno puede razonar sobre fuerzas, velocidades y energías con intuición directa. El Paisaje 2, protagonizado por Iron Man y su armadura Mark II, escala hasta la tecnología y los sistemas complejos: los intercambios de calor en los procesos térmicos, las restricciones impuestas por la degradación energética y las razones físicas por las que ningún sistema real puede operar con un rendimiento del cien por cien. La ingeniería energética de la armadura presenta los mismos dilemas de rendimiento que enfrenta cualquier ingeniero, lo que conecta el contenido curricular con problemas genuinamente científicos. La tensión entre la ficción narrativa y los límites impuestos por las leyes de la física no se aborda como un obstáculo pedagógico, sino como el detonante de las preguntas de indagación que cada paisaje propone investigar y resolver.

3.4 Gamificación y herramientas digitales

El diseño de los dos paisajes de aprendizaje incorpora, junto a los marcos teóricos desarrollados en los apartados anteriores, un conjunto de elementos y herramientas que responden a decisiones pedagógicas específicas. La gamificación actúa como mecanismo de motivación y reconocimiento del progreso, articulada a través de un sistema de cromos que traduce los tipos de inteligencias múltiples en marcas visibles de logro. Las herramientas digitales, Genially y Padlet, constituyen los entornos a través de los cuales el paisaje se materializa y se hace navegable para el alumnado. Canva proporciona el soporte de diseño para el pasaporte físico y, finalmente, la inteligencia artificial se incorpora como recurso disponible para el alumnado en determinadas actividades, cuyas implicaciones pedagógicas requieren un tratamiento explícito en el diseño.

3.4.1 Gamificación

La gamificación se define como la aplicación de elementos y mecánicas propios del diseño de juegos a contextos educativos no lúdicos, con el propósito de aumentar la motivación y el compromiso del alumnado (García-Casaus et al., 2021). Conviene distinguirla del aprendizaje basado en juegos: mientras que este último implica el uso de juegos completos como vehículo de aprendizaje, la gamificación extrae elementos puntuales del juego, tales como recompensas simbólicas, retos o narrativas, e integra dichos componentes en actividades de aprendizaje convencionales sin convertir el proceso únicamente en un juego (Cornellà et al., 2020). En esta propuesta, el paisaje de aprendizaje no es un juego, sino una estructura pedagógica que incorpora mecánicas lúdicas como herramientas de motivación y reconocimiento.

Su fortaleza reside en la capacidad del juego para activar procesos cognitivos profundos y mantener el compromiso del alumnado incluso ante tareas de mayor complejidad (García-Casaus et al., 2021). No obstante, la gamificación no produce mejoras automáticas; su efecto está condicionado por la calidad del diseño pedagógico de base y por la coherencia entre los elementos de juego y los objetivos de aprendizaje. En esta propuesta, la gamificación no constituye el eje principal del diseño, papel que corresponde a la matriz Bloom-Gardner y a la narrativa Marvel, sino un mecanismo complementario que refuerza la motivación y visibiliza el progreso del estudiante a lo largo de los dos paisajes.

El sistema diseñado se articula a través de un pasaporte físico individual que cada estudiante recibe al inicio de la propuesta. El pasaporte contiene espacios para albergar cromos adhesivos que el docente entrega tras validar cada actividad generadora de cromo. Cada cromo presenta dos niveles de codificación visual: el color del marco identifica el paisaje al que pertenece (con una gama cromática inspirada en Spider-Man para el Paisaje 1 y en Iron Man para el Paisaje 2), mientras que la ilustración interior identifica el tipo de inteligencia múltiple movilizado en la actividad correspondiente. El estudiante desconoce en el momento de elegir una actividad a qué inteligencia corresponde el cromo que recibirá. Dicha información es proporcionada por el docente en el momento de la validación, lo que convierte el acto de entrega en una oportunidad de retroalimentación formativa sobre las capacidades movilizadas. Un ejemplo del diseño de los cromos puede observarse posteriormente en los Anexos. El alumnado que completa únicamente el itinerario obligatorio obtiene cinco cromos; alcanzar los ocho formativos requiere haber transitado al menos por tres bifurcaciones optativas.

Este sistema cumple varias funciones pedagógicas simultáneas. Proporciona reconocimiento inmediato tras cada actividad validada, sin depender exclusivamente de la calificación numérica, e introduce un elemento de incertidumbre controlada que puede incrementar el interés sin generar ansiedad, dado que ninguna elección es penalizada. La opción por un soporte físico responde a su coherencia con la presencia de actividades experimentales y manipulativas en el diseño, así como al valor de contar con un artefacto tangible que el alumno puede asociar a su progreso fuera del entorno digital.

3.4.2 Genially y Padlet

Genially es la plataforma utilizada para construir el entorno visual e interactivo a través del cual el alumnado navega por los dos paisajes. Permite integrar en una única interfaz todos los accesos a las actividades, diferenciar visualmente las obligatorias de las opcionales y de ampliación, e incorporar recursos multimedia en cada nodo de la matriz. La elección de esta plataforma responde a su amplia implantación en la práctica docente española, a su accesibilidad sin instalación desde cualquier dispositivo con conexión a internet y a su capacidad para materializar el tercer componente del paisaje de aprendizaje, el entorno de navegación, de forma visualmente coherente con la narrativa elegida (González del Hierro, 2024). En las figuras **Figura 5** y **Figura 6** se recogen capturas de pantalla del entorno diseñado para uno de los dos paisajes, concreto la portada y la sección de las normas del primer paisaje de aprendizaje, respectivamente. Aunque más adelante se vuelvan a proporcionar en la presente memoria, los accesos para acceder a los paisajes de aprendizaje diseñados son:

- Paisaje de aprendizaje 1, centrado en conceptos de energía y trabajo: <https://view.genially.com/6a4067352075e105da0c7eca>
- Paisaje de aprendizaje 2, centrado en conceptos de calor: <https://view.genially.com/6a26b50ef1e0b90cb9ab6abe>



Figura 5: Captura de pantalla de la portada de la portada interactiva del paisaje de aprendizaje 1 diseñado en Genially.



Figura 6: Normas del paisaje de aprendizaje 1, similares a las del paisaje de aprendizaje diseñado. Los alumnos deben conocerlas antes de empezar.

Padlet actúa como espacio de entrega y visibilización de los productos de las actividades. Su pertinencia desde la perspectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) reside en su capacidad para aceptar entregas en formatos heterogéneos, tales como texto escrito, imágenes, grabaciones de audio, vídeo o enlaces externos. Esto permite que cada alumno entregue su producción en el formato que mejor se adapta a la naturaleza de la actividad y a las posibilidades expresivas que ha utilizado. Esta flexibilidad en los medios de acción y expresión responde directamente a uno de los principios centrales del DUA (Center for Applied Special Technology, 2024), al desacoplar el formato de entrega del formato de la tarea y hacer posible que un mismo paisaje admita producciones diversas sin requerir herramientas distintas para cada tipo. Cuando el diseño lo contempla, la visibilidad de los trabajos en el tablero facilita además la coevaluación entre pares. En la **Figura 7** puede observarse un ejemplo del tablero de entrega, en este caso del paisaje de aprendizaje 2.

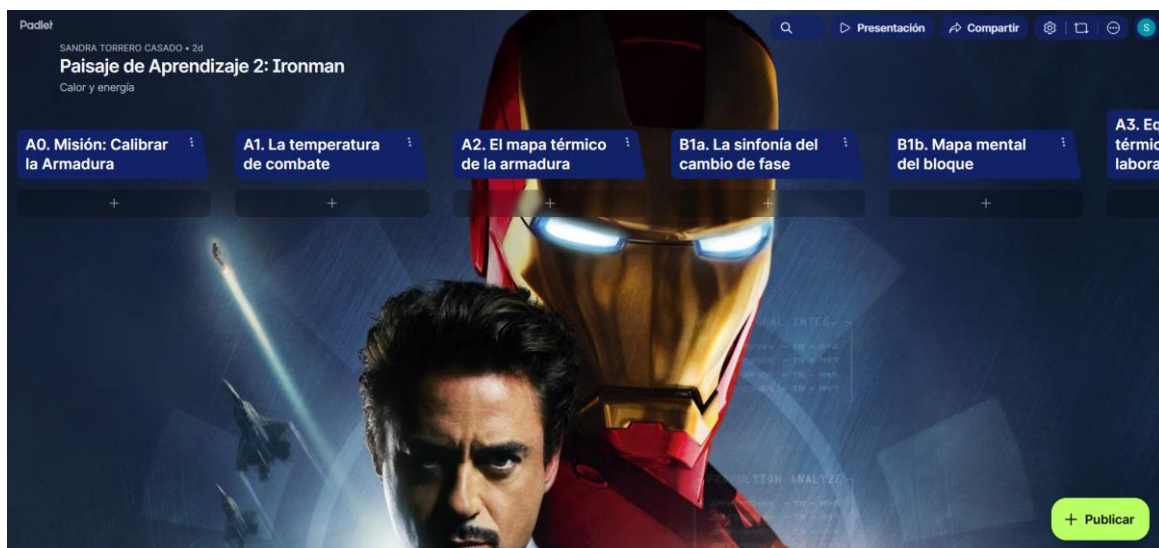


Figura 7: Padlet generado como soporte donde los estudiantes subirán los productos resultantes de la resolución de las actividades propuestas.

3.4.3 Canva e inteligencia artificial

La plataforma Canva ha sido empleada como entorno de diseño gráfico para la producción del pasaporte físico y de los cromos coleccionables. Aunque su función en este diseño es principalmente instrumental, su selección responde a criterios de viabilidad y eficiencia docente, dada su accesibilidad y su capacidad para generar recursos de alta calidad visual. Disponer de una interfaz intuitiva permite optimizar el tiempo de desarrollo técnico y centrar los esfuerzos en la transposición didáctica, asegurando a su vez que los materiales resultantes posean un acabado estético profesional que potencie la inmersión del alumnado en la narrativa del paisaje.

La incorporación de la inteligencia artificial como recurso disponible para el alumnado en determinadas actividades responde a una decisión pedagógica que merece un tratamiento explícito. La irrupción de herramientas de generación de texto e imagen en el contexto escolar plantea al docente una elección entre la prohibición, la omisión y la integración bajo normas de uso. Esta propuesta opta por la tercera vía, en línea con las orientaciones de la UNESCO para su integración responsable en entornos educativos (Miao et al., 2021). La IA debe concebirse no como un sustituto del pensamiento propio del estudiante, sino como una herramienta de apoyo que exige que el alumno permanezca como agente crítico de los resultados que genera, evaluándolos activamente y complementándolos con su propio razonamiento (Mollick y Mollick, 2023). En las actividades creativas de ambos paisajes que permiten el uso de inteligencia artificial, los indicadores de logro de las rúbricas incluyen explícitamente la declaración y la reflexión sobre ese uso como criterio evaluable, de forma que la transparencia en el empleo de la herramienta forma parte del propio aprendizaje y se integra en la evaluación.

Al margen del uso por parte del alumnado, la inteligencia artificial también ha sido empleada por la autora de este trabajo como herramienta de diseño en la elaboración de las ilustraciones de los cromos, posteriormente adaptadas. Este uso, de carácter instrumental y ajeno al proceso de aprendizaje del alumnado, se menciona en aras de la transparencia metodológica que el propio diseño exige a los estudiantes.

4. Fundamentación curricular

La presente propuesta se inscribe en el marco normativo configurado por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), desarrollada mediante el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, y concretada para la Comunidad de Castilla y León a través del Decreto 39/2022, de 29 de septiembre.

Se diseñan dos paisajes de aprendizaje encadenados para la asignatura de Física y Química de 4.º de ESO, articulados en torno al bloque C, La energía, del Decreto 39/2022. El Paisaje 1 aborda la energía mecánica: sus formas, el principio de conservación y los conceptos de trabajo, potencia y rendimiento. El Paisaje 2 se centra en la termodinámica básica: la distinción entre calor y temperatura, el equilibrio térmico, los efectos cuantitativos del calor sobre la materia y las implicaciones de la disipación de calor para el rendimiento de los procesos de conversión energética. Ambos paisajes incorporan como hilo transversal los contenidos relativos a la energía en la sociedad: producción, rendimiento de distintas fuentes y uso responsable. La luz y el sonido, también recogidos en el bloque C como formas de transferencia de energía en forma de onda, no se han incluido en el diseño por tratarse de contenidos que, de acuerdo con la organización habitual del currículo en los centros y los principales libros de texto del nivel, se trabajan de forma diferenciada. Los contenidos del bloque A, Destrezas científicas básicas, se desarrollan de forma transversal, especialmente en las actividades de carácter experimental e indagador.

El bloque de la energía ocupa un lugar central en la Física y Química de 4.º de ESO porque dota al alumnado de herramientas conceptuales para analizar con rigor fenómenos que atraviesan disciplinas y escalas de análisis muy distintas: desde la mecánica de un sistema concreto hasta el balance energético de una instalación industrial o el debate sobre la transición energética. La imposibilidad de alcanzar un rendimiento del cien por cien no es una limitación técnica, sino una consecuencia del segundo principio que tiene implicaciones directas sobre el modelo energético global; y la distinción precisa entre calor y temperatura permite evaluar críticamente argumentos sobre eficiencia energética con los que el alumnado de esta edad ya entra en contacto en contextos académicos y sociales. Estos contenidos contribuyen, asimismo, al desarrollo de la competencia científica en su dimensión más amplia, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 a los que apunta el Decreto 39/2022.

A lo largo de este trabajo, la terminología normativa se emplea con precisión: el término criterios de evaluación se reserva para los referentes establecidos en el Decreto 39/2022, y se distingue de los indicadores de logro presentes en las rúbricas de evaluación presentados en posteriores secciones, que constituyen una concreción didáctica a nivel de actividad elaborada por la autora. De acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 39/2022 y el Real Decreto 217/2022, los objetivos de etapa, competencias específicas, criterios de evaluación y descriptores operativos abordados en los dos paisajes se recogen en la **Tabla 1**, presente a continuación. Los criterios de evaluación CE 5.2 y CE 6.1, que no aparecen vinculados a ninguna actividad en las rúbricas de evaluación, quedan fuera de la tabla. El mapa de relaciones criterios entre criterios de evaluación, descriptores operativos y competencias específicas se recoge en el [Anexo I](#).

Tabla 1: Elementos curriculares de 4º de ESO de la asignatura Física y Química, relacionados con los Paisajes de Aprendizaje propuestos en este TFM. Elaborada en base al Real Decreto 217/2022 y al Decreto 39/2022 de Castilla y León.

Objetivos de etapa relacionados (RD 217/2022)	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos
a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a las demás personas, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática. b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal. d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos	1. Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos físicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.	1.1 Identificar y comprender los fenómenos físicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes (textos, representaciones esquemáticas, tablas, gráficas, aplicaciones informáticas) y medios de comunicación.	CCL1, STEM2, CD1
		1.2 Resolver los problemas físicoquímicos sencillos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.	CCL1, STEM1, STEM2, STEM4
		1.3 Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica analizando críticamente su impacto en la sociedad.	CCL1, STEM2, CPSAA4
	2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los	2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental, simulaciones informáticas y el razonamiento lógico-matemático.	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA4, CCEC3
		2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o	CCL1, CCL3, STEM1,

de la personalidad y en sus relaciones con las demás personas, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos. e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Desarrollar las competencias tecnológicas básicas y avanzar en una reflexión ética sobre su funcionamiento y utilización. f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como	razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.	refutar las hipótesis formuladas, buscando evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.	STEM2, CD1, CPSAA4
		2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente	STEM 1, STEM 2, CPSAA4, CE1
	3. Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la física y la química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes, para reconocer el carácter universal y transversal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.	3.1 Emplear datos en diferentes formatos (textos, tablas y gráficos) para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto de poca dificultad, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.	STEM4, CD3, CPSAA4, CCEC2, CCEC4
		3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura de la IUPAC para sustancias simples, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.	STEM4, CD3, CC1, CCEC2
		3.3 Poner en práctica las normas elementales de uso en el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.	STEM5, CPSAA2, CC1

conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia. g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades. h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la comunidad autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura	4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.	4.1 Utilizar recursos variados, tradicionales y digitales, mejorando el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la comunidad educativa, con respeto hacia docentes y estudiantes y analizando críticamente las aportaciones de cada participante.	CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CPSAA4
		4.2 Trabajar de forma adecuada y pautada con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información, seleccionando con criterio las fuentes más fiables y desechando las menos adecuadas y mejorando el aprendizaje propio y colectivo.	CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CPSAA4, CE3, CCEC4
	5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.	5.1 Establecer interacciones constructivas y coeducativas, iniciando actividades de cooperación como forma de explorar un medio de trabajo eficiente en la ciencia.	CCL5, CP3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2
	6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas	6.2 Detectar en el entorno, a partir de una situación concreta, las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad, entendiendo la capacidad de la ciencia para	STEM5, CD4, CC4

	dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.	darles solución sostenible a través de la implicación de todos los ciudadanos.	
--	---	--	--

5. Diseño de los paisajes

Los dos paisajes de aprendizaje que conforman esta propuesta comparten un hilo conductor narrativo basado en el universo cinematográfico Marvel (MCU, Marvel Cinematic Universe), cuyo uso como marco pedagógico en la enseñanza de la Física y la Química se justifica en el apartado 3.4 de este documento. Cada bloque de contenido está protagonizado por un personaje diferente del MCU, seleccionado por su relación con los fenómenos físicos abordados: Spider-Man vertebró el paisaje dedicado a la energía mecánica, mientras que Iron Man articula el de la termodinámica, aunque aparezcan más personajes durante las actividades. Esta progresión narrativa, que va desde el control individual de la energía hasta su aplicación tecnológica ante un desafío colectivo, concreta además el lema que conecta ambos paisajes y que el propio universo Marvel populariza a través del personaje del Tío Ben: «Un gran poder conlleva una gran responsabilidad».

La herramienta central de diseño de actividades es la matriz The Zone descrita por Hernando (2015), que cruza los seis niveles de la taxonomía revisada de Bloom con las ocho inteligencias múltiples de Gardner. Cada actividad ocupa una celda de esta matriz en función de la demanda cognitiva que exige y de la inteligencia predominantemente movilizada en su resolución. El objetivo no es cubrir la totalidad de las celdas, sino garantizar al menos una actividad por nivel de Bloom y por tipo de inteligencia en cada paisaje, dejando deliberadamente vacías las combinaciones sin encaje natural con el contenido del bloque. La distribución completa de cada paisaje en la matriz se muestra en las figuras **Figura 8** y **Figura 15** de los subapartados 5.1 y 5.2 respectivamente.

Los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) se operativizan en tres planos. En el plano de la representación, las actividades ofrecen el contenido en formatos diversos: textual, visual, experimental y narrativo. En el plano de la acción y la expresión, los productos evaluables adoptan formas variadas (resolución numérica, texto argumentativo, diagrama anotado, composición musical, producción experimental) y pueden entregarse tanto en soporte digital como en formato físico; en este último caso, el alumno documenta el producto mediante fotografía o vídeo y lo sube al Padlet del bloque, garantizando así la recogida unificada de evidencias sin restringir el medio de expresión. En el plano de la implicación, la narrativa MCU, la estructura de elección del itinerario y el sistema de insignias actúan como mecanismos de motivación y autorregulación progresiva. Las adaptaciones específicas para la atención a la diversidad se concretan en cada ficha de actividad, donde se recoge una nota breve sobre ajustes aplicables a alumnos con necesidades de apoyo educativo.

Los paisajes se diseñan para desarrollarse en pareja, agrupación que los propios alumnos forman según afinidad al inicio de cada bloque; en caso de dificultad para constituirlos, el docente interviene. Esta decisión responde a varias razones: activa de forma sostenida la CE 5.1 del Decreto 39/2022, que establece la cooperación como forma de explorar un medio de trabajo eficiente en la ciencia; proporciona a cada alumno un interlocutor inmediato de consulta y contraste, mecanismo de implicación contemplado por el DUA; y preserva la responsabilidad individual que exige la lógica del paisaje, ya que cada alumno mantiene su propio pasaporte y su propio itinerario de decisiones. Dentro de este marco general de trabajo en pareja, conviene distinguir entre la modalidad organizativa y la evaluación explícita de la cooperación como

competencia. En la mayor parte de las actividades, la pareja funciona como estructura de apoyo: los dos miembros trabajan juntos, pero el producto que se evalúa puede obtenerse, aunque la coordinación sea imperfecta. En cambio, veremos que en la actividad A3 del Paisaje 2 y en A4 de ambos paisajes, la naturaleza de la tarea hace que la coordinación entre los dos miembros sea determinante para la calidad del resultado: en A3-P2, la distribución de los roles de medición y registro es lo que permite obtener datos con la precisión que el procedimiento experimental exige; en A4, el debate estructurado con posturas asignadas genera un producto conjunto que solo puede construirse a través de la interacción real. En estas actividades, y únicamente en ellas, la coordinación aparece como criterio independiente en la rúbrica, con su peso ponderado correspondiente. Las actividades de carácter estrictamente reflexivo o metacognitivo (como B2c y R1 de ambos paisajes) se realizan de forma individual dada su naturaleza intrapersonal; esta excepción se indica explícitamente en cada ficha.

Cada paisaje se estructura a partir de varios elementos comunes. En primer lugar, una actividad inicial o de calentamiento (A0), específica de cada bloque, permite activar los conocimientos previos y situar al alumnado en el contexto narrativo de la misión correspondiente. A continuación, se desarrollan cuatro actividades obligatorias (A1-A4) que todo el alumnado debe completar y que han sido diseñadas para resultar accesibles dentro de un grupo ordinario de 4.º de ESO.

El itinerario incorpora dos nodos de bifurcación. En el primero, el alumnado debe elegir entre dos alternativas y, en el segundo, entre tres. En ambos casos es necesario completar al menos una opción para continuar el recorrido, de manera que las bifurcaciones funcionan como vías alternativas para alcanzar un mismo objetivo competencial.

El diseño incluye además actividades de refuerzo destinadas a quienes necesitan consolidar determinados conceptos antes de avanzar, así como actividades de ampliación para el alumnado que finaliza el recorrido con mayor rapidez. El conjunto del paisaje está planteado para desarrollarse en dos sesiones lectivas de cincuenta minutos, aunque el ritmo de progresión puede variar en función de las características y necesidades de cada estudiante. Esta temporalización busca garantizar que todo el alumnado pueda completar el itinerario obligatorio, al tiempo que las actividades de refuerzo y ampliación permiten adaptar el recorrido a distintos ritmos de aprendizaje.

Ambos paisajes se presentan en formato digital mediante Genially, accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet. A través del entorno correspondiente a cada bloque, el alumno accede a los enunciados, los materiales de apoyo y las instrucciones de entrega de cada actividad. Los productos evaluables se recogen de forma centralizada a través de Padlet, lo que permite al docente hacer un seguimiento en tiempo real del progreso del grupo.

La responsabilidad individual del alumno a lo largo del paisaje se canaliza a través del pasaporte físico del agente, un documento físico en formato A5 diseñado en Canva con estética coherente con la narrativa MCU. El pasaporte desempeña cuatro funciones simultáneas: reproduce el mapa de actividades del entorno Genially, sobre el que el docente marca cada actividad validada; alberga la colección de cromos del bloque, organizada por tipo de inteligencia múltiple; incorpora un espacio de reflexión en el que el alumno anota qué ha aprendido y qué le ha resultado más difícil; y funciona como canal de retroalimentación

formativa del docente mediante anotaciones breves en el propio documento. Aunque el trabajo se desarrolla en pareja y los productos se entregan de forma conjunta en el Padlet con los nombres de ambos miembros, el pasaporte es un documento estrictamente individual: cada alumno registra en el suyo las actividades completadas, acumula sus propios cromos y anota su propia reflexión. Esta distinción entre el plano del producto compartido y el plano del seguimiento personal es deliberada: la pareja garantiza la interacción y el contraste, mientras que el pasaporte individual sostiene la responsabilidad y la metacognición de cada alumno sobre su propio recorrido.

Los cromos son pegatinas diferenciadas por paisaje mediante paletas de color distintas: la cromática de Spider-Man para el bloque de energía mecánica y la de Iron Man para el de termodinámica. Cada paisaje cuenta con un set de ocho cromos, uno por cada tipo de inteligencia múltiple. El alumno obtiene el cromo correspondiente a una inteligencia cuando el docente valida por primera vez una actividad asociada a ella; las actividades posteriores de esa misma inteligencia quedan registradas en el mapa, pero no generan un cromo adicional. El diseño del sistema sigue un principio de descubrimiento progresivo: el alumno no conoce de antemano a qué inteligencia corresponde cada actividad, de modo que la revelación en el momento de la entrega convierte la validación en un elemento de reflexión implícita sobre el propio proceso de aprendizaje. Completar el set completo de ocho cromos en cada paisaje requiere ir más allá del itinerario obligatorio mínimo, lo que integra la colección completa como objetivo de ampliación dentro de la propia lógica gamificada del recurso. El diseño del pasaporte y el catálogo de cromos de ambos paisajes se recogen en el [Anexo VI](#).

Las fichas completas de las actividades de apertura y obligatorias (A0–A4) de cada paisaje se desarrollan en los subapartados 5.1 y 5.2 respectivamente. Las fichas de las actividades optativas, de refuerzo y de ampliación de ambos paisajes se recogen en los anexos [Anexo II](#) y [Anexo III](#).

5.1 Paisaje de aprendizaje 1

Para el bloque de energía mecánica, Spider-Man ofrece un contexto narrativo que no es meramente decorativo: el swing entre edificios ilustra la conservación de la energía mecánica mediante la transformación cíclica entre energía potencial gravitatoria y cinética; la telaraña bajo tensión es uno de los pocos referentes de la cultura popular donde la energía potencial elástica resulta inmediatamente reconocible; el impacto al aterrizar hace visible la disipación en forma de calor y sonido; y el ascenso por fachadas ofrece un contexto natural para el cálculo de trabajo y potencia. La conexión entre personaje y contenido no exige forzar la narrativa, lo que facilita que los enunciados de las actividades sean coherentes sin resultar artificiales. Los demás personajes del MCU que aparecen a lo largo del paisaje se seleccionan con esta misma lógica de encaje con el contenido específico de cada tarea. El paisaje es accesible digitalmente a través del siguiente enlace: <https://view.genially.com/6a4067352075e105da0c7eca>.

El itinerario recorre los contenidos del bloque en progresión ascendente de demanda cognitiva. A0 activa e integra los conceptos trabajados durante la instrucción directa a partir del visionado de un fragmento de Spider-Man 2. A1 aplica las expresiones cuantitativas de energía cinética y potencial mediante la simulación PhET Energy Skate Park; A2 calcula trabajo, potencia y rendimiento sobre situaciones visuales; A3 analiza experimentalmente la disipación

energética en el rebote de una pelota de tenis; y A4 evalúa el límite físico del rendimiento mediante debate estructurado por parejas. Las bifurcaciones completan la cobertura del paisaje: la primera añade producción creativa (B1a) o análisis energético en contextos naturales (B1b); la segunda incorpora comprensión experimental de la energía potencial elástica (B2a), evaluación de la eficiencia mecánica del cuerpo humano con conexión al bloque de contenidos C de saberes básicos (B2b) o reflexión metacognitiva sobre el propio proceso de aprendizaje (B2c). Las actividades B2b y Amp2 amplían el alcance del bloque hacia la estimación del consumo energético en sistemas cotidianos y la comparación entre la eficiencia mecánica del ser humano y la de las máquinas, vinculando los cálculos del itinerario con situaciones reales de uso de la energía.

La distribución de las trece actividades en la matriz Bloom × Inteligencias Múltiples se muestra en la **Figura 8**. El itinerario obligatorio garantiza cobertura desde Comprender (A0) hasta Evaluar (A4) con una progresión sin saltos; los niveles Recordar y Crear quedan cubiertos por R1 y B1a respectivamente; las ocho inteligencias están presentes en el conjunto del paisaje.

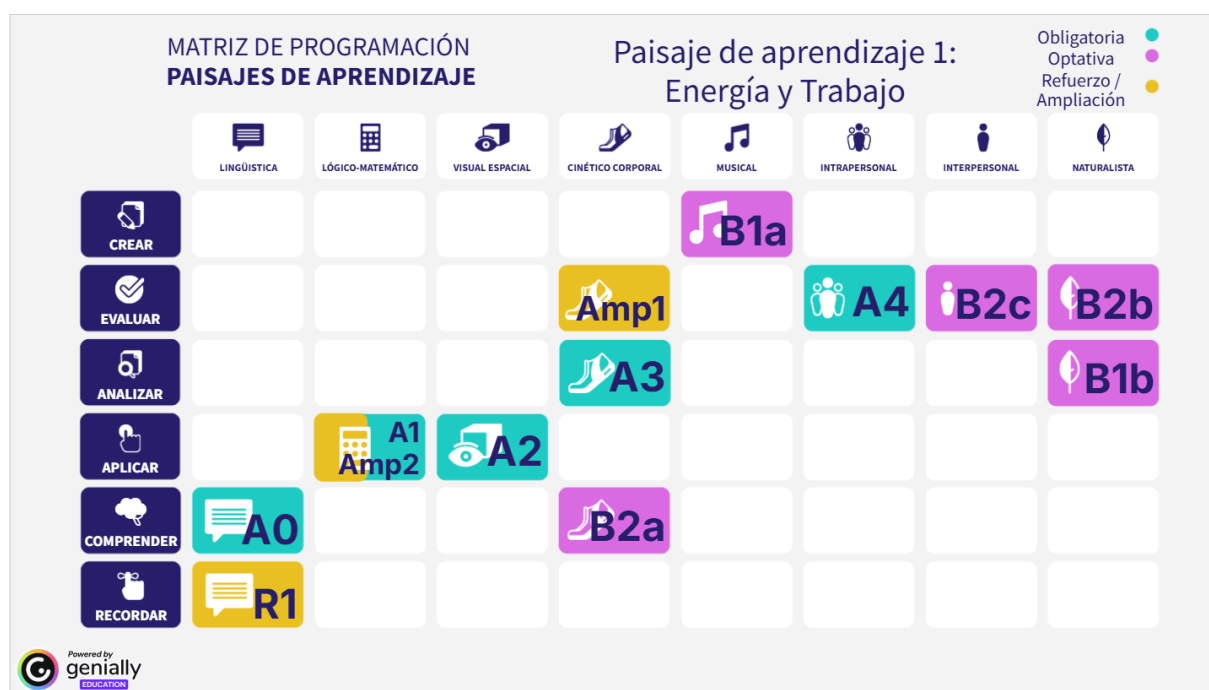


Figura 8: Matriz de diseño de actividades del paisaje de aprendizaje 1. Elaborado a partir de la plantilla obtenida del blog de Genially (González del Hierro, 2024).

La temporalización del paisaje se articula en un apartado de presentación de la metodología y herramientas digitales, y dos sesiones de trabajo, como se puede observar en la **Tabla 2**. El tiempo restante de cada sesión de actividad queda disponible para R1, Amp1 o Amp2 según el ritmo de cada alumno, o hacer las optativas de las bifurcaciones que no eligiera.

- **Producto evaluable:** Tabla con los seis tipos de energía, un elemento del vídeo por tipo y una frase explicativa por tipo.
- **Materiales:** Genially con el vídeo embebido (canal Voyage); tabla de clasificación impresa o formulario Google Forms.
- **Tiempo estimado:** 7 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identificación de los 6 tipos de energía con asociación correcta a un elemento del vídeo.
 - Proporciona una explicación conceptualmente correcta para cada tipo identificado.
 - Distingue correctamente entre energía cinética, potencial gravitatoria y potencial elástica.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** El visionado puede pausarse. Para dificultades de escritura se acepta respuesta oral grabada.
- **Cromo:** Spider-Man con la máscara puesta y un bocadillo de diálogo con fórmulas físicas escritas en su interior. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Prerrequisito conceptual directo para A1 y A2.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 7** del [Anexo IV](#).

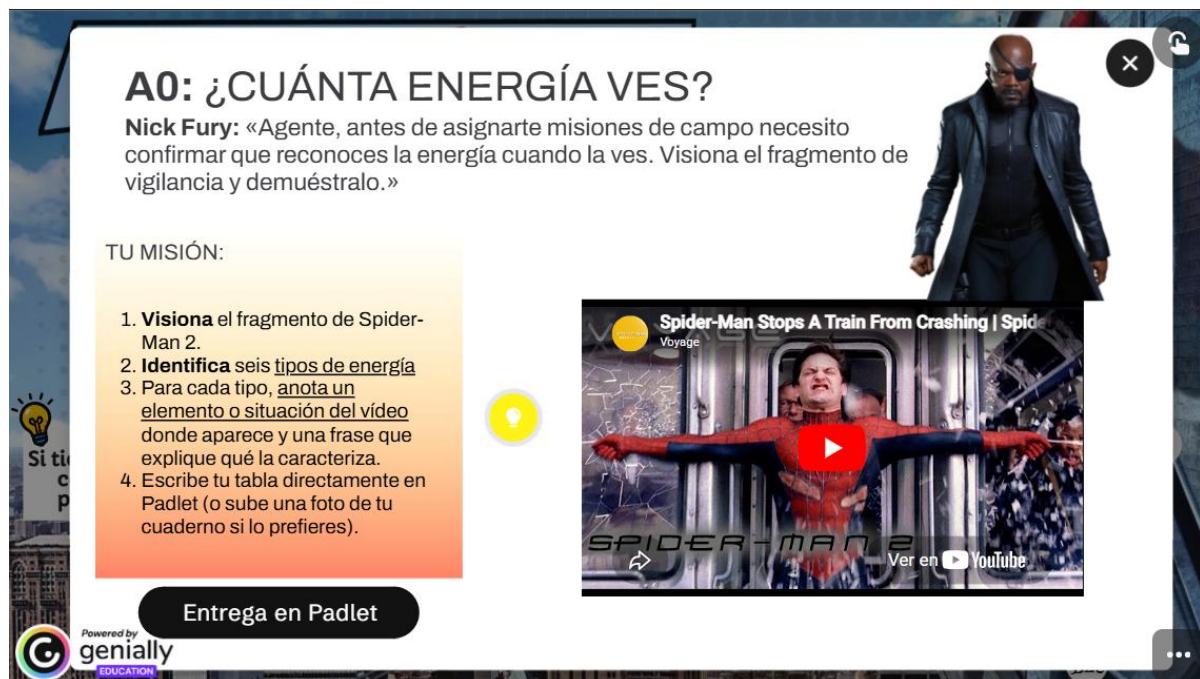


Figura 10: Captura de pantalla de la actividad A0 “¿Cuánta energía ves?” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

A1. Simulación: Energy Skate Park

- **Localización en la matriz:** Aplicar / Lógico-matemática
- **Objetivos de aprendizaje:** Aplicar las expresiones de energía cinética y energía potencial gravitatoria para calcular la energía en distintos puntos de un sistema; verificar numéricamente el principio de conservación de la energía mecánica.

- **Desafío:** JARVIS ha integrado el simulador de entrenamiento de Stark Industries con los datos del traje de Spider-Man. Accede a PhET Energy Skate Park desde el Genially y configura el sistema con los parámetros de la tabla. Lee los valores de velocidad y altura en tres posiciones del recorrido (punto de lanzamiento, punto más bajo y punto de retorno al mismo nivel), luego mide los valores de E_c , E_p y E_{total} . Cálculalos manualmente y compara. ¿Se conserva la energía mecánica total? *Simulador:* https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_all.html (español, sin instalación).

A1: SIMULACIÓN: ENERGY SKATE PARK

J.A.R.V.I.S.: «Stark Industries ha integrado sus simuladores de entrenamiento con los datos del traje de Spider-Man. Accede al simulador, configura el sistema con los parámetros indicados y comprueba si la energía mecánica total se conserva.»

TU MISIÓN:

1. Accede al **simulador** (botón de abajo) y **configura los parámetros** indicados.
2. Activa los marcadores de **velocidad y de altura** del simulador (iconos de regla y velocímetro).
3. En **tres posiciones del recorrido** (punto de lanzamiento, punto más bajo y punto de retorno al mismo nivel), registra la **velocidad** y la **altura** que muestra el **simulador** en cada una.
4. Con esos valores, **calcula manualmente** E_c , E_p y E_{total} en las tres posiciones.
5. Activa ahora los marcadores de energía del simulador (gráfico de barras) y **compara los valores que muestra con los que has calculado tú**.
6. Escribe tu resolución completa en Padlet: valores simulados, valores calculados y conclusión sobre la conservación de la energía.

Puedes subir una foto

Magnitud	Valor
Masa del skater (m)	60 kg
Altura inicial (h)	4 m
Gravedad (g)	9,8 m/s ²
Fricción	OFF
Tipo de pista	Half-pipe (forma de U)

Acceso al simulador

Entrega en Padlet

Figura 11: Captura de pantalla de la actividad A1 “Simulación: Energy Skate Park” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

- **Producto evaluable:** Tabla con valores simulados y calculados de E_c , E_p y E_{total} en tres posiciones; conclusión de 1-2 frases.
- **Materiales:** Ficha impresa o en formato digital, dispositivo con internet y enlace a PhET Energy Skate Park; calculadora.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Aplica $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ y $E_p = mgh$ con variables correctas en las tres posiciones.
 - Verifica que E_{total} es aproximadamente constante y concluye sobre la conservación.
 - Compara valores simulados y calculados e identifica posibles fuentes de discrepancia.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Si hay dificultades con el simulador, se pueden proporcionar los valores simulados en la ficha y centrar la actividad en los cálculos manuales, así como ampliar el tiempo o tutorización entre pares.
- **Cromo:** Peter Parker con calculadora y expresiones de energía cinética y potencial flotando a su alrededor. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias

diseñadas para el proyecto.

- **Relación con otras actividades:** Proporciona la base cuantitativa para A2 y el referente experimental para el debate de A4.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 8** del [Anexo IV](#).

A2. Los fotogramas de Spider-Man

- **Localización en la matriz:** Aplicar / Visual-espacial
- **Objetivos de aprendizaje:** Determinar si se realiza trabajo mecánico en distintas situaciones; calcular trabajo, potencia y rendimiento en situaciones con datos explícitos.
- **Desafío:** El Doctor Strange ha abierto cuatro portales simultáneos hacia distintos momentos de las misiones de Spider-Man. Desde el Sanctum Sanctorum, cada portal congela una situación diferente en el tiempo. Analiza lo que se ve en cada uno: ¿está Spider-Man realizando trabajo mecánico? En los casos que corresponda, calcula W, P y η .

Tabla 3: Datos representados en las viñetas presentadas a los alumnos para la resolución de la actividad A2 del paisaje de aprendizaje 1.

Viñeta	Situación	Datos
1	Spider-Man empuja un furgón blindado que no se mueve.	$F = 8.000 \text{ N} \cdot d = 0 \text{ m}$
2	Lleva a una persona horizontalmente sujetándola hacia arriba.	$F \uparrow = 600 \text{ N} \cdot d \rightarrow = 12 \text{ m}$
3	Eleva verticalmente a una persona hasta una azotea.	$m = 70 \text{ kg} \cdot h = 25 \text{ m} \cdot t = 8 \text{ s} \cdot g = 9,8 \text{ m/s}^2$
4	Arrastra un contenedor por el asfalto hasta ponerlo a salvo.	$F_{\text{spiderman}} = 900 \text{ N} \cdot F_r = 270 \text{ N} \cdot d = 10 \text{ m}$

- **Producto evaluable:** Respuesta justificada de en qué viñetas hay Trabajo o no sustentada con los cálculos de W, cálculo de P (viñeta 3) y de η (viñeta 4).
- **Materiales:** Ficha impresa las viñetas o versión digital; calculadora.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identificación del trabajo en cada viñeta.
 - Cálculo de W y P en la viñeta 3.
 - Cálculo e interpretación de η en la viñeta 4.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Para alumnos con dificultades se puede indicar la expresión aplicable a cada viñeta y centrar el trabajo en la sustitución e interpretación. En versión digital, las herramientas de descripción de imagen del dispositivo permiten el acceso mediante audio.
- **Cromo:** Portal multiversal de Doctor Strange. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Conecta con A1 (conservación energética) y prepara el

debate de A4 con el concepto de rendimiento.

- **Rúbrica de evaluación:** véase Tabla 9 del [Anexo IV](#).

A2: LOS FOTOGRAMAS DE SPIDER-MAN

Doctor Strange: «He abierto cuatro portales hacia distintos momentos de las misiones de Spider-Man. Cada portal congela una situación en el tiempo. Analiza lo que ves en cada uno: ¿está realizando trabajo mecánico? En los casos que corresponda, calcula W , P y η .»

TU MISIÓN:

1. Para cada portal: ¿realiza Spider-Man trabajo mecánico? Justifica sí o no.
2. Además, para la **Viñeta 3**: calcula el **trabajo W** y la **potencia P** .
3. En la **viñeta 4**: calcula el **trabajo total**, el **trabajo útil** y el **rendimiento η** .
4. Escribe la resolución completa de los cuatro portales en Padlet.

Puedes subir una foto con la resolución y poner en texto los valores numéricos

ENTREGA EN PADLET

Powered by **genially** EDUCATION

1. EMPUJANDO UN FURGÓN BLINDADO
Spiderman empuja ejerciendo una fuerza de 8000N sobre el furgón, pero no se mueve.

2. CARGANDO A UNA PERSONA HORIZONTALMENTE
Lleva a una persona 12m cargándola en brazos mientras anda. Para ello hace una fuerza de 600N.

3. ELEVANDO VERTICALMENTE A UNA PERSONA
Eleva a un hombre de 70kg hasta la azotea (25m desde el suelo) en 8s

4. ARRASTRANDO UN CONTENEDOR
Arrastra un contenedor 10m. Realiza una fuerza de 900N y la F_{roz} es 270N

Figura 12: Captura de pantalla de la actividad A2 “Los fotogramas de Spider-Man” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

A3. ¿Adónde va la energía?

- **Localización en la matriz:** Analizar / Corporal-cinestésica
- **Objetivos de aprendizaje:** Medir la variación de energía mecánica entre la caída y el rebote de una pelota; inferir y argumentar el destino de la energía mecánica perdida en el impacto.
- **Desafío:** El Dr. Banner ha detectado que cada impacto de Spider-Man contra el suelo genera calor y sonido. ¿De dónde viene esa energía? Deja caer la pelota verticalmente desde la marca de 1,0 m señalada en la pared y observa la altura máxima de rebote h_1 . Repite tres veces. Con la masa de la pelota indicada en la ficha, calcula $Ep_0 = mgh_0$ y $Ep_1 = mgh_1$. ¿Cuánta energía mecánica se ha perdido? ¿Se ha destruido? ¿En qué se ha convertido?
- **Producto evaluable:** Tabla de datos completa; análisis de 3-4 frases respondiendo a las tres preguntas del desafío.
- **Materiales:** Pelota de tenis (masa indicada por docente); cinta métrica pegada a la pared con marca a 1,0 m; ficha de registro; calculadora, dispositivo para grabar lanzamientos.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Registro y cálculo correcto de ΔEp .
 - Conclusión sobre la transformación energética.
 - Diferenciación entre conservación mecánica y total.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Si hay dificultades motoras, un alumno realiza el

lanzamiento y el otro observa el rebote. Si el suelo no es adecuado, el docente puede proporcionar los valores de h_1 medidos de antemano y centrar la actividad en los cálculos y el análisis.

- **Cromo:** Silueta acrobática de Spiderman. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Extiende la conservación de la energía de A1 al caso real con pérdidas por impacto y prepara el debate de A4. Los datos pueden usarse como material de reflexión en B2c.
- **Rúbrica de evaluación:** véase Tabla 10 del [Anexo IV](#).

A3: ¿ADÓNDE VA LA ENERGÍA?

Dr. Bruce Banner (Hulk): «Cada vez que Spider-Man aterriza, los sensores detectan calor y sonido. ¿De dónde viene esa energía? He diseñado un experimento sencillo para que lo compruebes tú mismo.»

TU MISIÓN:

1. **Deja caer la pelota de tenis** desde la marca de 1,0 m señalada en la pared. **Observa y mide la altura máxima de rebote.**
2. Repite tres veces.
3. Con la masa de la pelota indicada por tu docente, **calcula la energía potencial en el punto más alto antes y después de cada rebote.**
4. **Responde:** ¿cuánta energía mecánica se ha perdido? ¿Se ha destruido? ¿En qué se ha convertido?
5. Sube tu tabla y tu análisis a Padlet.

Puedes subir una foto

Lanzamiento	h_0 (m)	h_1 medida (m)	Ep_0	Ep_1 (J)	ΔEp (J)
1	1,00				
2	1,00				
3	1,00				

Consejo del Dr. Banner: si tu dispositivo tiene cámara lenta (120 fps), graba el rebote. Te ayudará a medir h_1 con más precisión.

MASA PELOTA DE TENIS: 58g

Entrega en Padlet

Figura 13: Captura de pantalla de la actividad A3 “¿Adónde va la energía?” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

A4. El límite del rendimiento

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Interpersonal.
- **Objetivos de aprendizaje:** Evaluar si el rendimiento del 100 % es físicamente posible; construir un argumento físico colectivo sobre la imposibilidad de la eficiencia perfecta; conectar el concepto de rendimiento con el uso responsable de la energía.
- **Desafío:** Tony Stark lleva años insistiendo en que la tecnología puede superar cualquier límite físico. Steve Rogers responde que los límites de la física no se negocian. En pareja, adoptad estas dos posturas durante el debate: postura A (Stark): «con suficiente tecnología se puede alcanzar el 100 % de rendimiento»; postura B (Rogers): «es físicamente imposible, independientemente de la tecnología». Dos turnos de 90 s cada uno. Al terminar, escribid juntos una conclusión de tres frases que responda: ¿por qué el rendimiento es siempre inferior al 100 %, aunque la energía se conserve? Incluye un ejemplo cotidiano.
- **Producto evaluable:** Conclusión conjunta escrita de 4-5 líneas: debería cubrir principio

de conservación, disipación y un ejemplo cotidiano.

- **Materiales:** Ficha impresa o en formato digital con los argumentos y tiempos de intervención; cuaderno.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Cada alumno presenta al menos un argumento físicamente correcto en su turno de intervención.
 - La conclusión conjunta explica por qué $\eta < 100\%$ diferenciando conservación de energía total e imposibilidad de eficiencia perfecta.
 - La conclusión incluye un ejemplo cotidiano correctamente conectado con el rendimiento.
 - La conclusión está firmada por ambos y refleja acuerdo genuino sobre el contenido.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La estructura en dos fases garantiza la participación activa de ambos miembros, incluidos los alumnos con menor iniciativa oral. Para alumnos con dificultades de expresión escrita, el docente puede aceptar una conclusión más esquemática o que un miembro dicte y el otro redacte.
- **Cromo:** Nick Fury de frente con el parche en el ojo y el emblema de S.H.I.E.L.D. visible. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Consolida el rendimiento introducido en A2 (viñeta 4) y A3 (disipación). Cierra el itinerario obligatorio; abre el acceso a la Bifurcación 2 (B2a, B2b, B2c).
- **Rúbrica de evaluación:** véase [Tabla 11](#) del [Anexo IV](#).

A4: EL LÍMITE DEL RENDIMIENTO

Tony Stark vs. Steve Rogers: No se consiguen poner de acuerdo y están debatiendo.

Stark: «Con suficiente tecnología puedo diseñar un sistema con rendimiento del 100 %. Es solo cuestión de tiempo.»

Rogers: «Los límites de la física no se negocian. Eso es imposible independientemente de la tecnología.»

TU MISIÓN:

1. Seguid la **estructura de debate** indicada al lado.
2. **Redactad juntos una conclusión** de 4-5 líneas que responda: ¿por qué el rendimiento es siempre inferior al 100 %, aunque la energía se conserve?
3. Incluid un **ejemplo cotidiano**.
4. Pegad la conclusión directamente en Padlet

TURN 1: 90 segundos cada uno. Alumno A defiende la postura de Stark. Alumno B defiende la postura de Rogers.

TURN 2: 60 segundos cada uno Responded al argumento del compañero.

Entrega en Padlet

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 14: Captura de pantalla de la actividad A4 “El límite del rendimiento” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

5.2 Paisaje de aprendizaje 2

La armadura Mark II ofrece un contexto narrativo idóneo para el bloque de termodinámica: el calentamiento de las placas durante el vuelo evidencia que absorber calor y aumentar la temperatura son fenómenos distintos, puesto que la integridad del traje puede verse comprometida antes de que el piloto perciba ningún cambio; el vapor que desprende la armadura tras un sobrecalentamiento ilustra de forma inmediata la cesión de calor al entorno y la tendencia al equilibrio térmico; las juntas de expansión entre piezas hacen perceptible que los sólidos modifican sus dimensiones cuando varía su temperatura; y las pérdidas energéticas del reactor Arc sitúan el problema del calor disipado y las limitaciones del rendimiento como un desafío real de ingeniería antes que como una restricción abstracta del currículo. Los demás personajes del MCU que aparecen a lo largo del paisaje se seleccionan con esta misma lógica de encaje entre narrativa y contenido específico. El paisaje es accesible digitalmente a través del siguiente enlace: <https://view.genially.com/6a26b50ef1e0b90cb9ab6abe>.

El itinerario recorre los contenidos del bloque en progresión ascendente de demanda cognitiva. A0 activa la distinción calor-temperatura mediante un informe técnico de Stark con tres errores terminológicos deliberados que el alumno localiza y corrige. A1 aplica la fórmula central del bloque a un problema de seguridad real de la armadura y exige interpretar el resultado respecto a un umbral establecido. A2 traslada el flujo de calor entre zonas a distinta temperatura al análisis de un esquema térmico de la armadura y pide justificar cuál de ellas alcanzará antes el equilibrio con el exterior. La Bifurcación 1, situada entre A2 y A3, da opción entre una composición musical sobre el calor latente en el cambio de fase (B1a) y un mapa mental que sintetiza los siete conceptos clave del bloque con subramas de conexión entre ellos (B1b). A3 verifica experimentalmente el equilibrio térmico mediante la mezcla de agua a temperaturas distintas, compara el resultado con la predicción teórica e identifica fuentes de error del procedimiento. A4 somete al debate estructurado por parejas la pregunta de si la disipación de calor que limita el rendimiento del reactor Arc responde al mismo fenómeno que la disipación por rozamiento del Paisaje 1, o a uno de naturaleza diferente. La Bifurcación 2, que cierra el itinerario evaluable, incorpora el análisis del mix eléctrico español de 2023 (B2a) y la evaluación del impacto ambiental de las distintas fuentes de producción de energía (B2b) como vías de integración de los saberes básicos del bloque C desde la perspectiva de la eficiencia térmica y el uso responsable de la energía; la tercera opción (B2c) propone la autoevaluación de la resolución de A1 mediante rúbrica. Este tratamiento de los saberes relativos a las fuentes de energía eléctrica, el impacto ambiental de la generación y el uso responsable de la energía se diferencia del planteado en el Paisaje 1, que los abordó desde la perspectiva de la eficiencia del movimiento y el consumo en sistemas mecánicos cotidianos. La actividad de refuerzo R1 es un glosario estructurado de los cinco términos clave de este paisaje, accesible en cualquier punto del recorrido; las actividades de ampliación Amp1 y Amp2 añaden respectivamente la verificación experimental del calor latente de fusión y el cálculo del límite de Carnot aplicado al reactor Arc.

La distribución de las trece actividades en la matriz Bloom $\times$ Inteligencias Múltiples se muestra en la **Figura 15**. El itinerario obligatorio garantiza cobertura desde Comprender (A0) hasta Evaluar (A4) con progresión continua; los niveles Recordar y Crear quedan cubiertos por R1 y B1a respectivamente. Las ocho inteligencias múltiples están presentes en el conjunto del

paisaje; las celdas vacías de la matriz corresponden a combinaciones sin encaje natural entre el contenido termodinámico y la inteligencia que representan.



Figura 15: Matriz de diseño de actividades del paisaje de aprendizaje 2. Elaborado a partir de la plantilla obtenida del blog de Genially (González del Hierro, 2024).

Dado que el alumnado llega al Paisaje 2 con el sistema de trabajo ya interiorizado, la presentación inicial del docente se reduce a la introducción del nuevo contexto narrativo y del acceso al entorno Genially del bloque (aproximadamente cinco minutos). La temporalización del paisaje se articula en dos sesiones de trabajo. El tiempo restante de cada sesión de actividad queda disponible para R1, Amp1 o Amp2 según el ritmo de cada alumno, como se puede observar en **Tabla 4**.

Tabla 4: Temporalización del paisaje de aprendizaje 2.

Sesión	Contenido	Tiempo estimado
Presentación	Nuevo contexto	5 min
Sesión 1	A0 · A1 · A2 · Bifurcación 1	34 min
Sesión 2	A3 · A4 · Bifurcación 2	26–30 min
Total itinerario evaluado		60 min

A continuación, se presentan las fichas de A0, A1, A2, A3 y A4. Las fichas de B1a, B1b, B2a, B2b, B2c, R1, Amp1 y Amp2 se recogen en el [Anexo III](#).

A0. Misión: Calibrar la Armadura

- **Localización en la matriz:** Comprender / Lingüístico-verbal
- **Objetivos de aprendizaje:** Activar los conocimientos previos sobre calor y temperatura; identificar y corregir el error conceptual más frecuente del bloque, consistente en el empleo indistinto de ambos términos; familiarizar al alumno con el flujo de trabajo en Genially y Padlet.
- **Desafío:** Tony Stark envía a Pepper Potts el siguiente informe técnico sobre el primer vuelo de prueba de la Mark II. El alumno localiza los tres errores en el uso de los términos calor y temperatura, reescribe cada frase con la terminología científica correcta y responde en 3-4 líneas a la pregunta de cierre del informe.

INFORME TÉCNICO | VUELO DE PRUEBA MARK II

Emisor: Anthony Stark (Stark Industries R&D)

Destinataria: Virginia «Pepper» Potts (CEO) Clasificación: CONFIDENCIAL

Pepper, el primer vuelo de la Mark II ha sido técnicamente prometedor, aunque el sistema de gestión térmica presenta problemas que debo resolver antes del siguiente ensayo. Durante la fase de propulsión máxima, el reactor Arc generó un calor de aproximadamente 850 grados centígrados en el núcleo de la carcasa. Las zonas de contacto con los servomotores del hombro alcanzaron el doble de temperatura que el resto del torso, lo que provocó una transferencia significativa de temperatura hacia las zonas adyacentes. En cuanto a las extremidades, su bajo calor inicial de apenas 35 grados al comienzo del vuelo les permitió actuar como disipador natural. El sistema de refrigeración consiguió que, transcurridos doce minutos tras el aterrizaje, toda la armadura alcanzara el equilibrio térmico con el entorno.

T. S.

Pregunta de cierre: ¿en qué se diferencia que la armadura «tenga mucho calor» de que «esté a alta temperatura»?

- **Producto evaluable:** Texto con los tres errores subrayados y reescritos; respuesta a la pregunta de cierre.
- **Materiales:** Ficha impresa con el informe o versión digital en el dispositivo; bolígrafo.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identificación correcta de los tres errores terminológicos
 - Reformulación con precisión científica
 - Coherencia de la respuesta a la pregunta de cierre con las definiciones trabajadas en clase.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** El formato de corrección con subrayado reduce la exigencia de producción escrita libre. Para alumnos con dificultades lectoras, el texto puede entregarse en formato digital y utilizar el lector de pantalla o la función de texto a voz del dispositivo, disponibles en la mayoría de las plataformas actuales.
- **Cromo:** Interfaz holográfica de JARVIS con flujos de texto. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.

- **Relación con otras actividades:** Prerrequisito conceptual directo para A1 y A2.
- **Rúbrica de evaluación:** véase Tabla 20 del [Anexo V](#).

A0: MISIÓN: CALIBRAR LA ARMADURA

Pepper Potts: «El Sr. Stark me ha enviado el informe del primer vuelo de la Mark II antes de distribuirlo entre los ingenieros. He detectado al menos tres afirmaciones técnicamente incorrectas sobre el comportamiento térmico de la armadura. Necesito que alguien de confianza las identifique y me explique la diferencia exacta entre los dos conceptos que confunde..»

TU MISIÓN:

1. **Lee** el informe de Stark.
2. **Identifica y anota los tres errores** terminológicos.
3. **Reescribe** cada frase incorrecta con el término científico correcto.
4. Responde a la pregunta de cierre (3-4 líneas).

Entrega en Padlet: escribe directamente en tu tarjeta. No es necesario subir ningún archivo.

INFORME TÉCNICO | VUELO DE PRUEBA MARK II
 Emisor: Anthony Stark — Stark Industries R&D
 Destinataria: Virginia «Pepper» Potts — CEO
 Clasificación: CONFIDENCIAL

Pepper, el primer vuelo de la Mark II ha sido técnicamente prometedor, aunque el sistema de gestión térmica presenta problemas. Durante la fase de propulsión máxima, el reactor Arc generó un calor de aproximadamente 850 grados centígrados en el núcleo de la carcasa. Las zonas de contacto con los servomotores del hombro alcanzaron el doble de temperatura que el resto del torso, lo que provocó una transferencia significativa de temperatura hacia las zonas adyacentes. En cuanto a las extremidades, su bajo calor inicial de apenas 35 grados al comienzo del vuelo les permitió actuar como disipador natural. El sistema de refrigeración consiguió que, transcurridos doce minutos tras el aterrizaje, toda la armadura alcanzara el equilibrio térmico con el entorno. T. S. **Pregunta de cierre: ¿en qué se diferencia que la armadura «tenga mucho calor» de que «esté a alta temperatura»?**

Entrega en Padlet

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 16: Captura de pantalla de la actividad A0 “Misión: Calibrar la Armadura” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

A1. La temperatura de combate

- **Localización en la matriz:** Aplicar / Lógico-matemática
- **Objetivos de aprendizaje:** Aplicar la expresión $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ para calcular el incremento de temperatura producido por una cantidad de calor conocida; interpretar el resultado numérico en el contexto del problema físico planteado.
- **Desafío:** JARVIS ha registrado los siguientes parámetros del sector del plexo solar de la Mark II tras una simulación de combate. El alumno aplica $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ para calcular el incremento de temperatura y la temperatura final del sector, y concluye razonadamente si se ha respetado el protocolo de seguridad establecido.
- **Producto evaluable:** Resolución numérica completa (ΔT y T_{final}) con unidades; respuesta argumentada a la pregunta de protocolo.
- **Materiales:** Ficha impresa o en formato digital con los datos; calculadora.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Planteamiento correcto de la expresión con las variables identificadas.
 - Sustitución numérica con unidades correctas en cada paso.
 - Resultado numérico correcto: $\Delta T = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{final}} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Interpretación coherente: no se respeta el protocolo ($75 \text{ }^{\circ}\text{C} > 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$).
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Para alumnos con dificultades matemáticas se puede proporcionar una plantilla de resolución con los pasos explícitos, así como ampliar el tiempo o tutorización entre pares.

- **Cromo:** Bruce Banner rodeado de ecuaciones de calor específico. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Proporciona el marco cuantitativo para el análisis representacional de A2; sirve de base para la autoevaluación de B2c.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 21** del [Anexo V](#).

A1: LA TEMPERATURA DE COMBATE

J.A.R.V.I.S.: «Alerta de seguridad — Prioridad 1. He registrado los parámetros térmicos del sector del plexo solar durante la última simulación de combate. Los datos están aquí abajo. El Sr. Stark necesita saber si el sector ha superado el umbral de seguridad antes del siguiente vuelo.»

TU MISIÓN:

1. Calcula el **incremento de temperatura** que ha sufrido el sector.
2. Calcula la **temperatura final alcanzada**.
3. **Concluye razonadamente:** ¿se ha respetado el protocolo de seguridad? Justifica tu respuesta con los valores calculados.

Realiza los cálculos. Escribe la resolución completa en Padlet: planteamiento, sustitución con unidades, resultado e interpretación. Puedes subir una foto

Magnitud	Material del sector	Masa (m)	Calor específico (c)	Calor absorbido (Q)	Temperatura inicial (T ₀)	Límite de seguridad
Valor	Aleación de titanio Ti-6Al-4V	4 kg	520 J/(kg·°C)	104 000 J	25 °C	45 °C

Entrega en Padlet

Powered by genially EDUCATION

Figura 17: Captura de pantalla de la actividad A1 “La temperatura de combate” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

A2. El mapa térmico de la armadura

- **Localización en la matriz:** Comprender / Visual-espacial
- **Objetivos de aprendizaje:** Comprender el equilibrio térmico como proceso de transferencia de calor entre zonas a distinta temperatura; identificar el sentido del flujo de calor en un sistema con gradiente térmico; consolidar la distinción entre calor y temperatura en un contexto representacional.
- **Desafío:** Shuri ha elaborado un escáner térmico de la Mark II que muestra cuatro zonas con sus temperaturas: reactor Arc (180 °C), torso (120 °C), extremidades (80 °C) y entorno exterior (35 °C). El alumno dibuja sobre el esquema disponible en Genially las flechas que representan el sentido de la transferencia de calor entre las zonas y justifica en 2-3 líneas cuál de ellas alcanzará antes el equilibrio térmico con el exterior, usando los términos calor, temperatura y equilibrio térmico.
- **Producto evaluable:** Esquema con flechas de flujo de calor anotadas; justificación escrita de qué zona alcanza antes el equilibrio.
- **Materiales:** Ficha impresa con el esquema o imagen en versión digital; lápices de colores (opcionales), dispositivo con acceso a Canva.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**

- Sentido correcto de todas las flechas de transferencia (de mayor a menor temperatura).
- Identificación razonada de la zona C como la primera en alcanzar el equilibrio (menor diferencia de temperatura con el exterior: 45 °C).
- Uso apropiado de los términos calor, temperatura y equilibrio térmico en la justificación.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** El formato visual elimina la barrera de producción escrita extensa. En versión digital, las herramientas de descripción de imagen del dispositivo permiten el acceso mediante audio.
- **Cromo:** Hologramas de diagnóstico térmico de la armadura. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** A3 verifica empíricamente el flujo de calor representado en esta actividad.
- **Rúbrica de evaluación:** véase Tabla 22 del [Anexo V](#).

A2: EL MAPA TÉRMICO DE LA ARMADURA

Shuri: «Sigo en Wakanda. He realizado el primer escáner térmico completo de la Mark II en vuelo. Antes de rediseñar el sistema de refrigeración necesito visualizar cómo fluye el calor entre las distintas zonas. Observa los datos del escáner y ayúdame a interpretar el comportamiento del sistema.»

TU MISIÓN:

1. **Observa** el escáner térmico.
2. **Copia la imagen en Canva** y **representa** insertando flechas indicando el sentido de la **transferencia de calor** entre las zonas.
3. **Justifica** en 2-3 líneas qué **zona** alcanzará antes el **equilibrio térmico con el exterior**.
4. Sube a Padlet tu imagen y la justificación.

Entrega en Padlet

Powered by genially EDUCATION

Diagrama de la armadura con temperaturas:

- EXTERNAL ENVIRONMENT: 35 °C
- ARC REACTOR: 180 °C
- TORSO: 120 °C
- EXTREMITIES: 80 °C

Figura 18: Captura de pantalla de la actividad A2 “El mapa térmico de la armadura” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

A3. Equilibrio térmico en el laboratorio

- **Localización en la matriz:** Analizar / Corporal-cinestésica
- **Objetivos de aprendizaje:** Verificar experimentalmente el proceso de equilibrio térmico mediante la mezcla de volúmenes iguales de agua a distintas temperaturas; comparar el valor experimental con la predicción teórica; identificar y analizar las fuentes de error del procedimiento.
- **Desafío:** Thor ha solicitado una prueba de calibración del sistema de refrigeración por agua de la Mark II. Por parejas, los alumnos mezclan volúmenes iguales de agua caliente y fría, registra las temperaturas medidas en la tabla adjunta, calcula la temperatura teórica

de mezcla como media aritmética y el error relativo correspondiente, e identifica al menos dos fuentes de error concretas del procedimiento. El agua caliente debe estar preparada por el docente antes de la sesión.

- **Producto evaluable:** Tabla de datos completa; respuestas escritas sobre las fuentes de error y sobre la validez del modelo simplificado.
- **Materiales:** Dos vasos con agua (caliente y fría), termómetro digital, vaso de mezcla.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Toma y registro correcto de los cuatro valores de temperatura.
 - Cálculo correcto de $T_{teórica}$ y del error relativo.
 - Identificación razonada de al menos dos fuentes de error.
 - Conclusión coherente con los resultados obtenidos.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La tabla estructurada guía a los alumnos con dificultades de organización a través del procedimiento. En parejas, los roles de medición y registro pueden distribuirse según las necesidades motrices o atencionales de cada alumno. La ficha puede cumplimentarse en formato digital.
- **Cromo:** Thor con Mjolnir descargando energía. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** La evidencia experimental obtenida en A3 fundamenta el debate de A4.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 23** del [Anexo V](#).

A3: EQUILIBRIO TÉRMICO EN EL LABORATORIO

Thor: «El sistema de refrigeración por agua de las nuevas armaduras de combate de Asgard funciona con el mismo principio que la Mark II. Antes de adoptarlo necesito datos experimentales reales sobre cómo se alcanza el equilibrio térmico entre fluidos a distinta temperatura. Vosotros haréis la prueba.»

TU MISIÓN:

1. Abre un **documento de texto**, mide y **registra** las temperaturas del agua fría y caliente (tabla como la de la derecha).
2. Calcula la **temperatura final alcanzada**.
3. Calcula la **temperatura teórica** y el **error relativo**.
4. **Identifica al menos dos fuentes de error** concretas del procedimiento.
5. Concluye: ¿es válido el modelo simplificado? Argumenta con tus resultados.
6. Sube el documento completado a Padlet (captura de pantalla o texto copiado).

Magnitud	Temperatura agua caliente (Tc)	Temperatura agua fría (Tf)	Temperatura mezcla (Tmezcla)	Tteórica = (Tc + Tf) / 2	Error relativo
Valor medido	°C	°C	°C	°C	%

Entrega en Padlet

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 19: Captura de pantalla de la actividad A3 “Equilibrio térmico en el laboratorio” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

A4. El debate del rendimiento

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Interpersonal.

- **Objetivos de aprendizaje:** Comparar el concepto de rendimiento en procesos de conversión mecánica y térmica; identificar la similitud de fondo (en ambos casos parte de la energía se cede como calor al entorno) y la diferencia de causa (rozamiento frente a flujo térmico inevitable); construir colaborativamente un argumento que integre el principio de conservación de la energía con la inevitabilidad del calor disipado en sistemas térmicos a partir de los conceptos trabajados en ambos paisajes.
- **Desafío:** El Consejo Técnico de los Vengadores, convocado por Sam Wilson (Capitán América), plantea la siguiente pregunta antes de aprobar la producción en serie de la Mark II: «En el Paisaje 1 comprobasteis que ningún sistema mecánico tiene rendimiento del 100 % porque el rozamiento convierte parte de la energía en calor. El reactor Arc convierte energía en trabajo útil para propulsar la armadura y alimentar sus sistemas. En ese proceso genera calor. ¿Sigue siendo imposible aprovechar el 100 % de su energía? ¿Es el mismo problema o uno diferente?» Los alumnos debaten durante cinco minutos con los roles siguientes y redactan conjuntamente una conclusión de 4-5 líneas que incluya los términos calor disipado y equilibrio térmico.

Fase 1 (2 min): el alumno A defiende que es el mismo problema (en ambos casos siempre hay algo que escapa como calor al entorno); el alumno B defiende que es un problema diferente (sin rozamiento, el reactor podría aprovechar teóricamente el 100 % de su energía). Fase 2 (3 min): debate libre. Conclusión conjunta escrita (4-5 líneas).

- **Producto evaluable:** Conclusión conjunta escrita de 4-5 líneas.
- **Materiales:** Ficha impresa o en formato digital con las instrucciones del debate.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Comparación entre el rendimiento mecánico y el térmico
 - Coherencia interna de la conclusión conjunta.
 - Corrección en el uso de la terminología científica.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La estructura en dos fases garantiza la participación activa de ambos miembros, incluidos los alumnos con menor iniciativa oral. Para alumnos con dificultades de expresión escrita, el docente puede aceptar una conclusión más esquemática o que un miembro dicte y el otro redacte.
- **Cromo:** Escudo de Capitán América. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Cierra el itinerario obligatorio; abre el acceso a la Bifurcación 2 (B2a, B2b, B2c). Establece el puente conceptual entre ambos paisajes al aplicar los conceptos de equilibrio térmico y flujo de calor (A2, A3) al problema del rendimiento trabajado en el Paisaje 1.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 24** del [Anexo V](#).



A4: EL DEBATE DEL RENDIMIENTO

Capitán América: «En el Paisaje 1 comprobasteis que ningún sistema mecánico tiene rendimiento del 100 % porque el rozamiento convierte parte de la energía en calor. El reactor Arc convierte energía en trabajo útil para propulsar la armadura y alimentar sus sistemas. En ese proceso genera calor. ¿Sigues siendo imposible aprovechar el 100 % de su energía? ¿Es el mismo problema o uno diferente?»

TU MISIÓN:

1. Seguid la estructura de **debate** indicada en la tabla de la derecha.
2. **Redactad juntos una conclusión** de 4-5 líneas, que responda si es el mismo problema o uno diferente, y por qué.
 - a. PISTA: usad términos como calor disipado o rendimiento.
3. Pegad la conclusión directamente en Padlet.

Entrega en Padlet

FASE 1 (2 minutos cada uno).

Alumno A: «Es el mismo problema. En ambos casos siempre hay energía que escapa como calor.»

Alumno B: «Es un problema diferente. Sin rozamiento, el reactor podría aprovechar el 100 %.»

FASE 2 (3 minutos en total).

Debate libre. Buscad juntos la respuesta correcta.

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 20: Captura de pantalla de la actividad A4 “El debate del rendimiento” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

6. Evaluación

El sistema de evaluación de los dos paisajes de aprendizaje se diseña en coherencia con los principios de evaluación continua, formativa e integradora establecidos en el artículo 15 del Real Decreto 217/2022 y desarrollados en el Decreto 39/2022 de Castilla y León. La evaluación no se concibe como un acto final de verificación del aprendizaje adquirido, sino como un proceso integrado en el propio recorrido del paisaje, pues evaluar es, en sí mismo, una actividad de aprendizaje que permite generar conocimiento organizado y orientar al alumno desde su punto de partida hasta el nivel de logro esperado (Sánchez-Santamaría y Boroel Fernández, 2018). Cada actividad genera evidencias que el docente utiliza tanto para emitir una calificación como para orientar al alumno antes de que continúe su itinerario. De acuerdo con las orientaciones para la evaluación de la materia Física y Química recogidas en el Decreto 39/2022, se priorizan los instrumentos vinculados a técnicas de análisis del desempeño por encima de los instrumentos de rendimiento puntual, lo que justifica que las rúbricas analíticas sean el eje central del sistema.

Los dos paisajes se califican de forma independiente, cada uno sobre diez puntos, con una estructura de ponderación idéntica. El docente es el evaluador principal en la totalidad de las actividades, incluidas las de inteligencia intrapersonal. En B2c de ambos paisajes, el alumno recibe una rúbrica simplificada como herramienta de apoyo para analizar y reflexionar sobre su propio trabajo previo: en el Paisaje 1 para clasificar sus errores en A1 y A2, y en el Paisaje 2 para revisar su resolución de A1. Sin embargo, esta rúbrica no es el instrumento de calificación: el docente evalúa el producto resultante, es decir, la calidad, honestidad y profundidad de la reflexión realizada por el alumno, mediante una rúbrica propia recogida en los [Anexos IV](#) y [V](#) respectivamente. En B2c, por tanto, la rúbrica que el alumno recibe y la que el docente emplea son instrumentos distintos con funciones distintas: la primera orienta el proceso de análisis; la

segunda lo evalúa.

6.1 Las rúbricas de evaluación

En el diseño de la evaluación para las actividades de los dos paisajes de aprendizaje se ha optado por utilizar rúbricas analíticas como instrumento central. Las rúbricas constituyen un recurso de alto valor educativo que orienta el aprendizaje hacia el desarrollo de competencias: al ofrecer descripciones claras de los indicadores de logro en varios niveles de consecución, permiten al estudiante conocer de antemano qué se espera de su trabajo, cómo será valorado y en qué aspectos deberá centrarse. Esta transparencia favorece la autonomía del estudiante, que gana seguridad al poder anticipar y comprender los criterios con los que será evaluado (Sánchez-Santamaría y Boroel Fernández, 2018). La elección responde, en primer lugar, a la necesidad de garantizar una evaluación objetiva, transparente y formativa, en línea con los principios recogidos en la documentación de la asignatura Evaluación en la especialidad de Física y Química (Merchán Moreno y López Díaz, 2026). Para el alumnado, las rúbricas reducen la sensación de arbitrariedad, explican qué se espera en cada actividad y les permiten reflexionar sobre su propio trabajo antes de entregarlo, fomentando la responsabilidad y la participación activa en el proceso de aprendizaje (Merchán Moreno y López Díaz, 2026).

Gracias a su estructura gradual por niveles, este instrumento facilita la visualización de las diferencias entre lo alcanzado y lo que aún queda por mejorar, fortaleciendo la autorregulación del aprendizaje. La rúbrica, además de medir resultados, ayuda a guiar y enriquecer el camino hacia el logro de los objetivos propuestos, centrando la atención en lo realmente importante: qué está aprendiendo el alumno, cómo lo está aprendiendo y cómo puede seguir avanzando en un marco de enseñanza orientado al desarrollo competencial (Sánchez-Santamaría y Boroel Fernández, 2018).

Para cada actividad evaluable se ha diseñado una rúbrica con entre dos y cuatro indicadores de logro, vinculados explícitamente a los criterios de evaluación del Decreto 39/2022 que la actividad moviliza. La escala adoptada es de cinco niveles: No aceptable, Insuficiente, Suficiente, Competente y Excelente, con equivalencia numérica orientativa de 0-2, 3-4, 5-6, 7-8 y 9-10 respectivamente. Cada indicador tiene asignado un peso porcentual dentro de la actividad en función de la centralidad pedagógica del aprendizaje que mide, de forma que los indicadores que trabajan el núcleo conceptual o procedimental de la actividad tienen mayor peso que los vinculados a aspectos formales o comunicativos. La nota de cada actividad se obtiene como la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en sus indicadores. Las rúbricas completas, con los pesos de cada indicador, se recogen en los anexos: [Anexo IV](#) y [Anexo V](#).

Una consideración práctica relevante es la viabilidad de aplicar rúbricas individualizadas para cada actividad en un grupo de aula ordinario. Con diez parejas y entre siete y once actividades evaluables por paisaje (7 del itinerario obligatorio más las actividades de ampliación y alguna de bifurcación que quisieran hacer a mayores), la carga de evaluación es real pero manejable por varias razones. En primer lugar, las rúbricas se aplican sobre los productos entregados en Padlet, no en tiempo real de aula: el docente evalúa fuera de clase, sobre materiales ya registrados, con criterios explícitos que agilizan la corrección respecto a la evaluación subjetiva. En segundo lugar, el número de indicadores por rúbrica es reducido, de

dos a cuatro, con pesos predefinidos, lo que permite el uso de un formulario digital que calcule automáticamente la nota ponderada. En tercer lugar, B2c de ambos paisajes actúa como un mecanismo de redistribución de la carga: el alumno realiza la revisión de su propio trabajo previo antes de que el docente evalúe, de modo que la evaluación recae sobre la calidad de esa reflexión y no sobre el contenido de las actividades anteriores. La pluralidad de rúbricas no multiplica el tiempo de corrección; lo estructura y lo hace más consistente.

La rúbrica de la actividad de refuerzo R1 de cada paisaje constituye una excepción dentro de este sistema: se incluye en los anexos como herramienta de retroalimentación formativa que el docente puede emplear para orientar al alumno que ha necesitado refuerzo, pero sus indicadores no llevan peso porcentual asignado ni generan calificación, por lo que no debe interpretarse como un instrumento de calificación sino como una guía de seguimiento.

6.2 Sistema de calificación

La calificación de cada paisaje se obtiene mediante un sistema de ponderación por posición en el itinerario, de forma que cada actividad tiene un peso fijo con independencia de qué opción elige el alumno dentro de la bifurcación. Este enfoque garantiza que el peso total del itinerario sea comparable entre todos los alumnos del grupo, independientemente del camino recorrido, y que las bifurcaciones optativas sean genuinamente equivalentes en su contribución a la nota sin serlo necesariamente en su contenido, lo que respeta tanto la lógica de personalización del paisaje como la coherencia evaluativa del conjunto. La estructura de ponderación, idéntica en los dos paisajes, se recoge en la **Tabla 5**.

Tabla 5: Ponderación de actividades en cada paisaje de aprendizaje.

Actividad	Tipo	Porcentaje
A0	Obligatoria	10%
A1	Obligatoria	15%
A2	Obligatoria	15%
A3	Obligatoria	15%
A4	Obligatoria	15%
B1a o B1b (a elección del alumno)	Optativa: Bifurcación 1	15%
B2a, B2b o B2c (a elección del alumno)	Optativa: Bifurcación 2	15%
Total base		100%
Amp1 / Amp2	Ampliación (bonus)	+ 1 punto máximo hasta llegar al 10

Las actividades de ampliación Amp1 y Amp2 no forman parte del cien por cien base, sino que aportan hasta un punto adicional sobre la nota final de cada paisaje, sin que esta pueda

superar el diez. Si el alumno realiza ambas actividades de ampliación, se considera la puntuación más favorable para su nota final.

Las actividades de refuerzo R1 quedan fuera del sistema de calificación. Su función es exclusivamente remedial: el alumno accede a ellas cuando, tras realizar A0, detecta por sí mismo lagunas conceptuales, o cuando el docente lo indica tras la observación de dicha actividad. Penalizar o calificar estas actividades contradiría su naturaleza: convertiría el acto de reconocer las propias dificultades y buscar apoyo en un acto con consecuencias evaluativas negativas, que es exactamente el comportamiento contrario al que el diseño pretende fomentar. Por ejemplo, R1 del paisaje de aprendizaje 1 dispone de una rúbrica orientativa incluida en el [Anexo IV](#) que el docente puede emplear como herramienta de retroalimentación formativa, pero sin que genere calificación. Para el paisaje de aprendizaje 2 se encuentra en el [Anexo V](#).

Las actividades de bifurcación realizadas por encima de la elegida para el itinerario, es decir, aquellas que el alumno completa voluntariamente con el único objetivo de obtener el cromó asociado, tampoco forman parte del sistema de calificación. El docente comprueba que el producto es aceptable y sella el pasaporte, pero no aplica la rúbrica completa ni registra calificación alguna. Esta distinción entre actividad evaluada con rúbrica y actividad validada para el pasaporte es deliberada: permite que la motivación de completar la colección de cromos opere de forma independiente a la presión evaluativa, en coherencia con los principios de gamificación que sustentan el diseño.

6.3 El pasaporte de aprendizaje

El pasaporte de aprendizaje es un cuadernillo físico en formato A5 que cada alumno recibe al inicio de la propuesta y conserva a lo largo del desarrollo de los dos paisajes. No es un instrumento de calificación, sino un artefacto de seguimiento, motivación y metacognición que acompaña y complementa el sistema de evaluación descrito en los apartados anteriores.

Para cada paisaje, el pasaporte incluye un mapa de actividades sobre el que el docente registra mediante sello la validación de cada tarea completada, y los espacios del álbum donde el alumno pega los cromos recibidos al superar las actividades generadoras de cromó. Esta doble función, de registro administrativo y de colección gamificada, hace visible el progreso del alumno de forma tangible y fuera del entorno digital.

La validación mediante sello tiene dos modalidades según el tipo de actividad: en las actividades del itinerario, el sello se emite tras la evaluación con rúbrica; en las actividades de bifurcación realizadas voluntariamente por encima de la elegida para la nota, la validación es binaria y el docente comprueba únicamente que el producto alcanza un nivel de elaboración mínimamente aceptable, sin corrección detallada, para ver si se obtendría el cromó.

El pasaporte incluye además dos momentos de reflexión que no tienen calificación asociada: un punto de control entre los dos paisajes, con preguntas abiertas sobre el propio proceso de aprendizaje, y una autoevaluación final basada en cinco afirmaciones derivadas de los indicadores de logro de las fichas, que el alumno valora en una escala de tres niveles. El diseño completo del pasaporte, página a página, se recoge en el [Anexo VI](#).

7. Validación

La sección anterior ha desarrollado el sistema de evaluación del aprendizaje del alumnado: los instrumentos empleados, los criterios de ponderación y la función del pasaporte de aprendizaje como herramienta de seguimiento y metacognición. Este apartado responde a una pregunta distinta y complementaria: ¿cómo puede verificarse que el diseño de los paisajes es aplicable en un aula real de 4º de ESO, y qué mecanismo permite revisarlo de forma sistemática cuando se implemente? Dado que la implementación en aula se plantea como una posibilidad abierta y no como un requisito de este TFM, la validación se articula en dos niveles complementarios entre sí: una prueba de viabilidad con un grupo reducido de alumnado, orientada a detectar problemas de aplicabilidad antes de una implementación completa, y un protocolo de mejora iterativa que queda documentado y preparado para orientar la revisión del diseño a partir de las evidencias recogidas en cada implementación futura, se realice esta durante la vigencia de este trabajo o con posterioridad a él.

7.1 Prueba de viabilidad en grupo reducido

La programación del centro en el que la autora ha realizado el Prácticum se encontraba, en el momento de la estancia, desarrollando contenidos de Química, lo que impidió poner a prueba el recurso y la metodología propuestos en un aula real durante dicho período. Ante esta limitación, y aprovechando su pertenencia al colectivo Banda de Música de Zamora, se gestionó con varias compañeras y con las familias de su alumnado la posibilidad de realizar una pequeña prueba de viabilidad al margen del Prácticum. De este modo se logró reunir a un grupo de cinco alumnas que habían finalizado recientemente 4º de ESO y cursado la materia de Física y Química, sobre las que se aplicó el Paisaje de aprendizaje 1, correspondiente al bloque de energía mecánica en el que las participantes contaban con mayor bagaje conceptual previo. Se trata, en todo caso, de una muestra de conveniencia, reunida a través de la red personal de la autora, y no de una muestra representativa del alumnado en curso, limitación que debe tenerse presente al valorar el alcance de las observaciones recogidas.

Aunque los niveles de partida resultaron dispares, y en algunos casos fue necesario ofrecer aclaraciones adicionales al no haberse trabajado en su momento la totalidad de los saberes básicos establecidos en la normativa, el objetivo de la prueba no era homogeneizar ni evaluar dicho conocimiento previo, sino comprobar el funcionamiento de la plataforma digital, la claridad de los enunciados y la dinámica de trabajo propuesta, así como valorar si, tras una breve explicación inicial o con aclaraciones puntuales, las alumnas eran capaces de completar las actividades de forma autónoma y de colaborar adecuadamente con el resto de los equipos del aula.

El tiempo previsto para el conjunto de las actividades resultó, en general, adecuado. Se registró una única incidencia relevante en uno de los grupos en la actividad A1, que empleó más tiempo del estimado en la actividad del simulador al haber configurado incorrectamente los parámetros iniciales y dar valores de rozamiento, lo que generó una discrepancia entre los resultados teóricos esperados y los obtenidos en la simulación; una vez corregido el ajuste, el grupo completó la actividad sin mayores dificultades. Se detectaron además dos incidencias de naturaleza técnica que motivaron modificaciones inmediatas en el diseño: por un lado, la corrección de varios enlaces de acceso defectuosos; por otro, un ajuste en la configuración de

Padlet para que las respuestas de un grupo no resulten visibles al resto de equipos hasta que el docente, en su papel de moderador, las autorice, evitando así que la visibilidad prematura de las respuestas condicionara el trabajo autónomo de los demás grupos. Resulta reseñable, por último, que las alumnas preguntaban de forma espontánea al finalizar cada actividad si esta les otorgaba un nuevo cromó, comportamiento que, más allá de constituir en sí mismo una incidencia, puede interpretarse como un indicio de que el sistema de gamificación estaba generando el efecto motivador para el que fue diseñado.

En cuanto al grado de autonomía, la mayor parte de las actividades se completaron sin intervención de la autora, más allá de alguna aclaración puntual. Se observó cierta colaboración espontánea entre los distintos grupos, si bien las alumnas tardaron en recurrir a ella, al priorizar intentar resolver las tareas por sus propios medios antes de solicitar ayuda, lo que puede interpretarse como un indicador adicional de la autonomía perseguida por el diseño.

Respecto al acceso a la plataforma digital, se constató que la visualización a través de dispositivos móviles no resultaba óptima, mientras que, en tabletas y ordenadores, dispositivos de uso habitual en los centros educativos, tanto la visualización como el funcionamiento fueron adecuados. Esta observación resulta relevante de cara a una implementación en aula, en la que previsiblemente se emplearán los equipos facilitados por el propio centro.

No fue posible completar la página "Punto de control" del pasaporte, al haberse dispuesto de una única sesión de escasa hora y media de duración, tiempo que resultó insuficiente para llegar a ese punto del recorrido. Lo cual tiene sentido, dado que en ese tiempo se explicó la metodología, se completó el itinerario obligatorio con las 7 actividades y dio tiempo a escuchar qué les había parecido la propuesta.

7.2 Protocolo de mejora iterativa: el Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA)

Para orientar la revisión del diseño en implementaciones futuras, se adopta como marco de referencia el Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA), propuesto por Porlán Ariza y desarrollado en Delord, Hamed, Porlán y De Alba (2020). El CIMA es un protocolo de investigación-acción docente que articula el diseño, la aplicación y la revisión sistemática de una intervención a partir de evidencias recogidas en la propia práctica, en lugar de una valoración basada únicamente en impresiones no documentadas. Como ejemplo de aplicación de este marco puede consultarse Miranda Muñoz (2022), cuyo diseño de cuestionarios de diagnóstico inicial y final se ha tomado como referencia estructural para el instrumento que se describe en el [Anexo VII](#).

La prueba de viabilidad descrita en el apartado anterior, aunque no constituye una aplicación formal del protocolo, ha permitido anticipar parte de la información que su fase de implementación recogería en una aplicación completa, y sus resultados se retoman a continuación al describir dicha fase.

El protocolo se organiza en cinco fases secuenciales, comunes a los dos paisajes.

La primera fase, de **contexto**, consiste en recoger, antes de iniciar la intervención, las dificultades conceptuales que la literatura ha documentado para el contenido que se va a trabajar, ya identificadas en el estado del arte de este TFM para cada uno de los dos bloques. Su función es permitir que los resultados de fases posteriores se interpreten correctamente,

distinguiendo las dificultades atribuibles al propio diseño del paisaje de aquellas que ya se producían con independencia de él, y orienta además qué conceptos merecen una atención prioritaria durante el seguimiento de la implementación.

La segunda fase, de **diseño**, es la concreción de los objetivos de aprendizaje, la secuencia de actividades y la estimación de los tiempos de cada nodo del recorrido. En este TFM dicha fase se encuentra ya resuelta en las fichas de actividad y en la matriz Bloom × Inteligencias Múltiples de cada paisaje, desarrolladas en el apartado 5; el protocolo CIMA no introduce aquí contenido adicional, sino que reconoce el diseño ya elaborado como punto de partida sobre el que se aplican las fases siguientes.

La tercera fase, de **implementación**, corresponde a la aplicación efectiva del paisaje en el aula. Se documenta mediante un diario de observación cumplimentado por el docente durante el desarrollo de las sesiones, en el que se registran los tiempos reales frente a los previstos para cada nodo y cualquier incidencia surgida, ya sea de naturaleza técnica, relativa a la claridad de las consignas, o conceptual. Esta fase es la que permite detectar desajustes entre lo diseñado y lo que efectivamente ocurre en el aula, información que no puede anticiparse desde el diseño por sí solo. Cabe señalar que, hasta el momento, únicamente el Paisaje 1 ha sido objeto de una prueba, siquiera parcial, con alumnado real, mientras que el Paisaje 2 no ha tenido ningún contacto con el aula; el instrumento correspondiente a este segundo bloque, recogido igualmente en el [Anexo VII](#), se presenta por tanto con carácter propositivo, a la espera de una futura aplicación que permita contrastarlo.

La cuarta fase, de **evaluación del aprendizaje**, consiste en contrastar el estado de conocimiento del alumnado antes y después de la intervención, mediante un instrumento de doble componente administrado en dos momentos a través de un mismo formulario digital: la Actividad de Diagnóstico de Ideas Previas (ADIP), antes del inicio del recorrido, y la Actividad de Diagnóstico de Ideas Finales (ADIF), al término de este, siguiendo la terminología empleada por Miranda Muñoz (2022). A diferencia de una prueba de calificación, su finalidad no es calificar al alumnado, sino estimar si el paisaje produce una evolución observable en la comprensión de los conceptos priorizados en la primera fase.

La quinta y última fase, de **evaluación del propio ciclo**, es una reflexión sistemática y posterior a la implementación sobre qué aspectos del diseño conviene mantener y cuáles requieren modificación antes de una siguiente aplicación. Las conclusiones de esta fase constituyen el punto de partida de la fase de contexto de la siguiente implementación, cerrando así el ciclo: el CIMA no pretende validar el diseño de forma definitiva, sino generar una mejora progresiva a lo largo de sucesivas implementaciones.

Las dificultades conceptuales priorizadas para cada bloque, así como el instrumento completo de cada fase, se recogen en el [Anexo VII](#).

8. Conclusiones

El presente Trabajo Fin de Máster ha perseguido el diseño fundamentado, teórica y curricularmente, de dos paisajes de aprendizaje encadenados para la enseñanza de los conceptos de energía en cuarto de ESO, incluyendo un sistema de evaluación del aprendizaje y un protocolo de validación y mejora de la propuesta. El objetivo general se ha alcanzado: se dispone de un diseño instruccional completo, con fichas de actividad, rúbricas y matrices Bloom-inteligencias múltiples para ambos paisajes, un entorno digital construido en Genially, un sistema de gamificación materializado en el pasaporte S.H.I.E.L.D. y los cromos, y un aparato de validación en dos niveles coherente con las modalidades reconocidas de diseño instruccional sin implementación completa.

Los cinco objetivos específicos se han cubierto de forma satisfactoria. La revisión de la literatura sobre paisajes de aprendizaje, dificultades conceptuales en energía y metodologías activas fundamenta las decisiones de diseño adoptadas, en particular la de emplear la taxonomía de Bloom como eje estructural sin reservas mientras que las inteligencias múltiples de Gardner se incorporan como herramienta de diversificación anclada normativamente en el DUA, sin atribuirles un respaldo empírico que la literatura no sostiene. El análisis del marco curricular conecta las actividades con los criterios de evaluación del Decreto 39/2022 a nivel de actividad, y el diseño de los dos paisajes encadenados, vertebrados por el hilo narrativo Marvel y su escala creciente de responsabilidad científica, constituye el núcleo del trabajo y su aportación más desarrollada, junto con el sistema de evaluación descrito en el apartado 6.

La validación de la propuesta ofrece un primer resultado favorable. La prueba de viabilidad realizada sobre el Paisaje 1 con un grupo reducido de antiguas alumnas de 4.º de ESO confirma la claridad de las instrucciones, el correcto funcionamiento de la plataforma digital en tabletas y ordenadores, y el efecto motivador del sistema de cromos, e incluso permitió corregir sobre la marcha incidencias técnicas concretas que de otro modo habrían pasado desapercibidas hasta una implementación real. Este resultado, obtenido con un grupo pequeño y de conveniencia, no puede generalizarse al conjunto del alumnado de 4.º de ESO, pero sí constituye una primera evidencia de aplicabilidad que respalda el diseño realizado. El segundo nivel de validación, el protocolo CIMA, se ha desarrollado de forma deliberada como marco preparado para activarse en una implementación futura y no como un resultado ya obtenido: la implementación completa en aula queda fuera del alcance de este TFM, y esta decisión metodológica se ha mantenido de forma coherente a lo largo de todo el trabajo.

Estos resultados deben matizarse con tres precisiones. La prueba de viabilidad se realizó en una sesión de hora y cuarto aproximadamente con cinco antiguas alumnas de 4.º de ESO, reunidas a través de la red personal de la autora al no haber coincidido el Prácticum con contenidos de energía, lo que da lugar a una muestra reducida, de conveniencia y homogénea en género; sus resultados deben leerse por tanto como un primer indicio de aplicabilidad y no como evidencia generalizable de eficacia. Por la misma limitación de tiempo de sesión, no llegó a completarse la página "Punto de control" del pasaporte, aunque sí el itinerario obligatorio completo de las siete actividades. El Paisaje 2, por su parte, no ha podido someterse todavía a ninguna prueba con alumnado, al haberse priorizado el bloque en el que el grupo disponible contaba con mayor bagaje previo, lo que genera una asimetría real entre ambos paisajes.

Ninguno de estos tres matices resta validez al diseño en sí: el valor principal de este trabajo no está en haber demostrado ya su eficacia, sino en haber construido un artefacto didáctico coherente, curricularmente pertinente y dotado de los instrumentos necesarios para que esa eficacia pueda contrastarse con rigor en cuanto se implemente, ya sea por la autora o por cualquier docente que decida adoptarlo.

Las líneas de continuación más inmediatas son tres. La primera y más determinante es la implementación completa de la propuesta en un aula real de 4.º de ESO, condición sin la cual el resto de las líneas futuras carece de sentido: solo con una implementación efectiva pueden generarse los datos que el diseño está preparado para recoger. En segundo lugar, y de forma independiente a lo anterior, sería deseable replicar la prueba de viabilidad sobre el Paisaje 2 para cerrar la asimetría actual entre ambos bloques, dado que esta prueba no depende de disponer de un aula completa. Por último, en cuanto se produzca esa implementación, debería activarse el protocolo CIMA en sus cinco fases, generando así la primera iteración de mejora basada en evidencia de aula. Cualquier adenda que en el futuro incorpore datos de una implementación real debería mantener la misma distinción, sostenida a lo largo de todo el trabajo, entre lo que el diseño se propone lograr y lo que efectivamente se observa en la práctica.

Referencias bibliográficas

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. David McKay.
- Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos-Alternatives in scientific concepts ideas. *Revista científica*, 1(18), 112. <https://doi.org/10.14483/23448350.5591>
- Center for Applied Special Technology. (2024). *Universal Design for Learning Guidelines*. <https://udlguidelines.cast.org>.
- Cornellà, P., Estebanell, M., & Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos.: Consideraciones generales y algunos ejemplos para la Enseñanza de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 190, de 30 de septiembre de 2022, pp. 48850-49542. <https://bocyl.jcyl.es/eli/es-cl/d/2022/09/29/39/>
- Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Martínez-Torregrosa, J., Gras, A., Guisasola, G., & Salinas, J. (2001). La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14(1), 45-60. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v14.n1.15998>
- Fitzgerald, B. W. (2018). Using superheroes such as Hawkeye, Wonder Woman and the Invisible Woman in the physics classroom. *Physics Education*, 53(3), 035032. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aab442>
- García-Casaus, F., Cara-Muñoz, J.-F., Martínez-Sánchez, J.-A., & Cara-Muñoz, M. M. (2021). La gamificación en el aula como herramienta motivadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Logía, educación física y deporte*, 1(2), 43-52. <https://logiaefd.com/wp-content/uploads/2021/02/5.pdf>
- Gardner, H. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Hachette Uk.
- Gardner, H., & Moran, S. (2006). The Science of Multiple Intelligences Theory: A Response to Lynn Waterhouse. *Educational Psychologist*, 41(4), 227-232. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4104_2
- Gardner, Howard. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- González del Hierro, M. (2024, enero 23). Paisajes de Aprendizaje: una potente herramienta educativa. genially blog. <https://blog.genially.com/paisajes-de-aprendizaje/>

- Hattie, J. (2008). *Visible Learning*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203887332>
- Hernando, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI: Así trabajan los colegios más innovadores del mundo* (1ª). Fundación Telefónica.
- Hierrezuelo, J. (1989). La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química. Ed. Laia MEC. *Colección Cuadernos de Pedagogía*.
- Kakalios, James. (2009). *The physics of superheroes*. Gotham Books.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, pp. 122868-122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Marbà, A., & Márquez Bargalló, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(1), 19-30. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3618>
- Merchán Moreno, M. D., & López Díaz, D. (2026). Evaluación y diseño de Rúbricas. En *Apuntes de la asignatura Evaluación en la Especialidad de Física y Química del MUPES, Universidad de Salamanca*.
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO Publishing.
- Miranda Muñoz, J. M. (2022). Trabajo cooperativo de formulación de preguntas y evaluación como forma de profundizar en las experiencias prácticas en el laboratorio de Termodinámica. *Ciclos de mejora en el aula. Año 2021: experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla*, 2003-2019. <https://doi.org/10.12795/9788447222865.114>
- Mollick, E. R., & Mollick, L. (2023). Assigning AI: Seven Approaches for Students, with Prompts. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4475995>
- Plotz, T., y Fitzgerald, B. W. (2021). Superheroes of the Electromagnetic Spectrum: A Non-Traditional Way of Teaching Ionising Radiation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6), em1975. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10901>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, pp. 41571-41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Sánchez-Santamaría, J. y Boroel Fernández, B. I. (2018). Función pedagógica de las rúbricas de evaluación en la promoción de procesos de aprendizaje exitoso en la educación superior. En *Transforming education for a changing world* (pp. 147-158). Adaya Press. <https://doi.org/10.58909/ad18292188>
- Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(2), 185-193. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3882>

- Tomlinson, C. A. (1999). *The differentiated classroom: responding to the needs of all learners*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Waterhouse, L. (2006). Multiple Intelligences, the Mozart Effect, and Emotional Intelligence: A Critical Review. *Educational Psychologist*, 41(4), 207-225.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep4104_1
- Willingham, D. (2004). Reframing the mind. *Education Next*, 4, 18-24.
https://www.researchgate.net/publication/291663980_Reframing_the_mind
- Zehr, E. P. (2014). Avengers Assemble! Using pop-culture icons to communicate science. *Advances in Physiology Education*, 38(2), 118-123.
<https://doi.org/10.1152/advan.00146.2013>

Anexo I: Mapa de Relaciones Criteriales

En este anexo se presenta, en formato de matriz visual, la vinculación entre los criterios de evaluación del bloque C (La energía) y los descriptores operativos de las competencias clave recogidos en la Tabla 1 del apartado 4. El mapa presente en la **Figura 21**: Mapa de relaciones criteriales entre criterios de evaluación, descriptores operativos y competencias específicas. permite visualizar de un vistazo qué competencias clave moviliza cada criterio y facilita comprobar la cobertura competencial del conjunto de la propuesta.

Mapas de Relaciones Criteriales 4º ESO			Competencia en Comunicación Lingüística					Competencia Plurilingüe			Competencia Matemática y Competencia en Ciencia, Tecnología e Ingeniería					Competencia Digital					Competencia Personal, Social y de Aprender a Aprender					Competencia Ciudadana				Competencia Emprendedora			Competencia en Conciencia y Expresión Culturales				Vinculaciones Criterios - Descriptores
			CCL 1	CCL 2	CCL 3	CCL 4	CCL 5	CP 1	CP 2	CP 3	STEM 1	STEM 2	STEM 3	STEM 4	STEM 5	CD 1	CD 2	CD 3	CD 4	CD 5	CPSAA 1	CPSAA 2	CPSAA 3	CPSAA 4	CPSAA 5	CC 1	CC 2	CC 3	CC 4	CE 1	CE 2	CE 3	CCEC 1	CCEC 2	CCEC 3	CCEC 4	
Física y Química	Comp. Esp. 1	Criterio Evaluación 1.1	1								1				1																					3	
		Criterio Evaluación 1.2	1							1	1		1																							4	
		Criterio Evaluación 1.3	1								1												1													3	
	Comp. Esp. 2	Criterio Evaluación 2.1	1		1					1	1		1		1								1											4		8	
		Criterio Evaluación 2.2	1		1					1	1				1								1													6	
		Criterio Evaluación 2.3								1	1												1						1							4	
	Comp. Esp. 3	Criterio Evaluación 3.1											1				1						1										1	1		5	
		Criterio Evaluación 3.2											1				1								1								1			4	
		Criterio Evaluación 3.3													1						1					1										3	
	Comp. Esp. 4	Criterio Evaluación 4.1			1								1		1	1	1					1	1													7	
		Criterio Evaluación 4.2		1	1								1		1	1	1					1	1							1				1		10	
	Comp. Esp. 5	Criterio Evaluación 5.1					1			1				1			1					1						1			1						7
		Criterio Evaluación 5.2																																			0
	Comp. Esp. 6	Criterio Evaluación 6.1																																			0
Criterio Evaluación 6.2													1				1											1								3	

Figura 21: Mapa de relaciones criteriales entre criterios de evaluación, descriptores operativos y competencias específicas.

Anexo II: Actividades optativas, de refuerzo y de ampliación del Paisaje de Aprendizaje 1

En este Anexo, se encuentran el resto de las actividades diseñadas para el Paisaje de Aprendizaje 1.

B1a. La canción de Miles Morales

- **Localización en la matriz:** Crear / Musical
- **Objetivos de aprendizaje:** Crear una composición original que integre al menos cuatro conceptos del bloque con corrección física; reflexionar sobre el uso de herramientas de IA como apoyo creativo.
- **Desafío:** Miles Morales tiene su propia forma de contar la física: el rap. S.H.I.E.L.D. le ha pedido que componga una estrofa de entre 8 y 12 versos sobre la energía mecánica para la campaña de divulgación científica del instituto. Tú la escribes. Los conceptos deben aparecer con su significado físico correcto, no como palabras de relleno. Si usas IA para el ritmo o las rimas, indícalo.
- **Producto evaluable:** Letra escrita (8-10 versos) o grabación de audio de hasta 2 minutos, con indicación de si se ha utilizado IA.
- **Materiales:** Papel o dispositivo electrónico.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Incluye al menos 4 conceptos del bloque con corrección conceptual.
 - La composición tiene coherencia narrativa y estructura reconocible (rap, canción).
 - Indicación explícita del uso de IA cuando corresponda y en qué partes.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La opción de entrega en audio elimina la barrera de la expresión escrita. El uso de IA para la rima reduce la carga formal, pero requiere la revisión por parte del alumno.
- **Cromo:** Casete Awesome Mix Vol. 1. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B1b.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 12** del [Anexo IV](#).



Figura 22: Captura de la ayuda con herramientas IA sugeridas para que el alumnado tenga más facilidad para generar la canción.

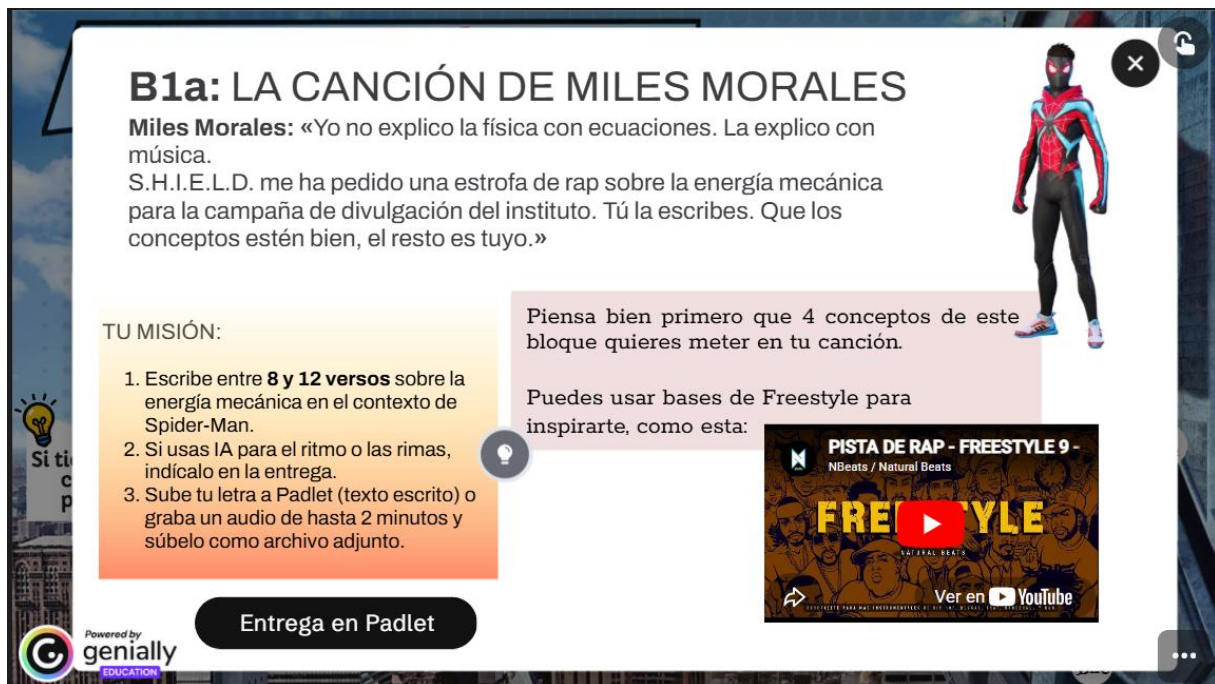


Figura 23: Captura de pantalla de la actividad B1a “La canción de Miles Morales” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

B1b. Energía mecánica en la naturaleza

- **Localización en la matriz:** Analizar / Naturalista
- **Objetivos de aprendizaje:** Aplicar los conceptos de energía mecánica a fenómenos naturales del entorno cotidiano; comparar y jerarquizar energías cinéticas en situaciones reales con argumentación física.
- **Desafío:** El rey T'Challa, científico además de monarca, ha enviado a S.H.I.E.L.D. un archivo de observaciones de fenómenos naturales captados por los satélites de Wakanda. Para cada imagen: identifica el tipo o tipos de energía mecánica predominantes e indica si hay una transformación energética visible. Al final, responde: ¿en cuál de los cinco la energía cinética es mayor en términos relativos? Justificalo.

Imágenes: cascada en caída · pájaro planeando · árbol cayendo · ola rompiendo · guepardo en carrera.

- **Producto evaluable:** Tabla de clasificación para las cinco imágenes y respuesta argumentada comparativa (3-4 frases).
- **Materiales:** Ficha con las cinco imágenes y las preguntas.
- **Tiempo estimado:** 7 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identifica el tipo de energía mecánica predominante y la transformación en al menos 4 de las 5 imágenes.
 - Argumenta la comparación de energías cinéticas usando masa y.
 - Diferencia correctamente cinética, potencial gravitatoria y potencial elástica en contextos naturales.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Se puede proporcionar un listado de tipos de energía

como recordatorio. Las imágenes deben incluir texto alternativo en la versión digital para lectores de pantalla.

- **Cromo:** Mano de Groot de la que emerge un brote vegetal. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B1a.
- **Rúbrica de evaluación:** véase Tabla 13 del [Anexo IV](#).

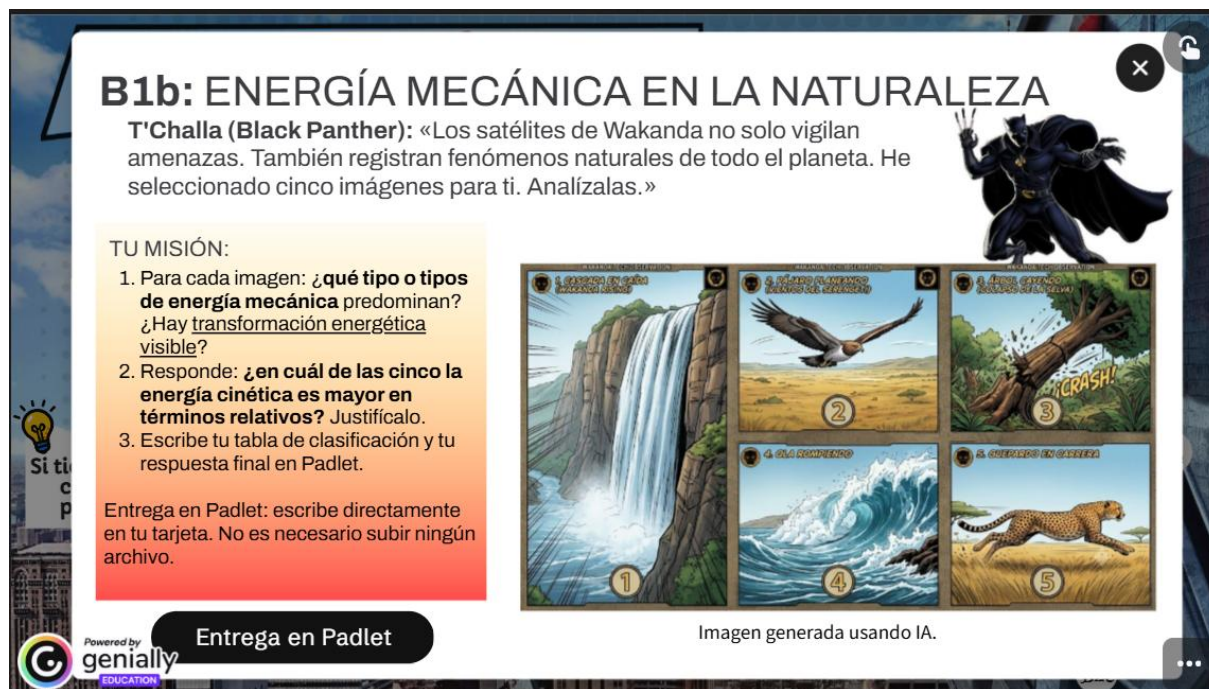


Figura 24: Captura de pantalla de la actividad B1b “Energía mecánica en la naturaleza” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

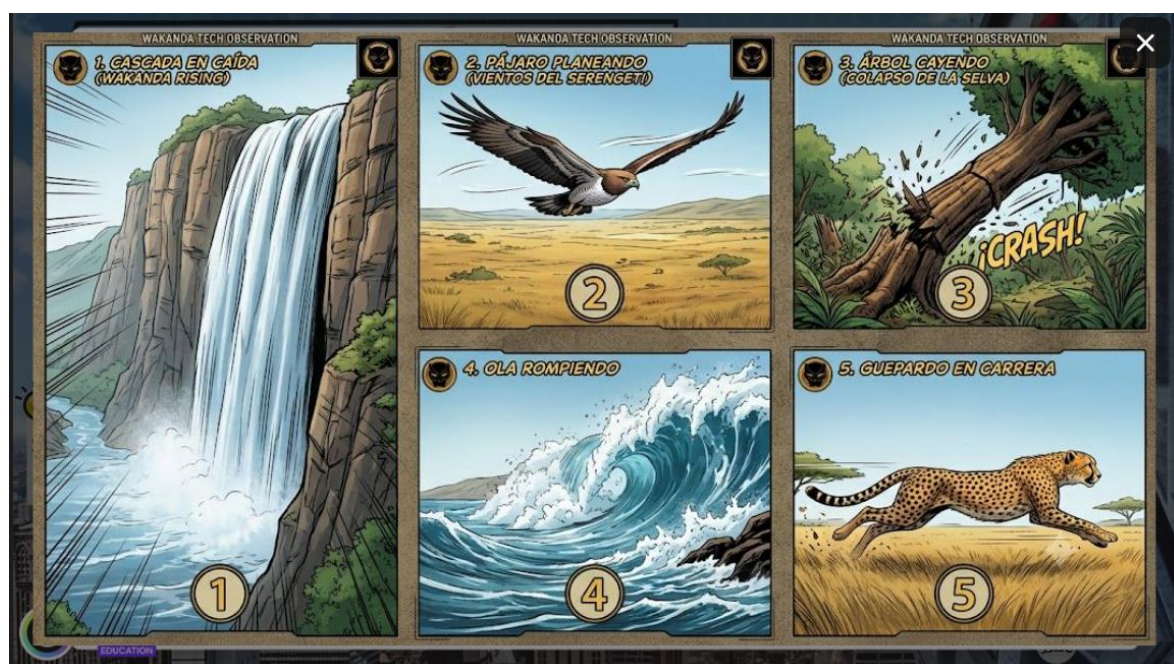


Figura 25: Detalle de la imagen con viñetas que se debe analizar en la actividad B1b del paisaje de aprendizaje 1.

B2a. El salto de la telaraña

- **Localización en la matriz:** Comprender / Corporal-cinestésica
- **Objetivos de aprendizaje:** Comprender que la energía potencial elástica se almacena en un objeto deformado y se libera en forma de otras energías; identificar y describir la cadena completa de transformaciones de un sistema elástico real.
- **Desafío:** Ojo de Halcón lleva años diciéndole a Stark que su arco almacena más energía de la que parece. El principio es el mismo que usa la telaraña de Spider-Man cuando está tensada: energía potencial elástica. Presiona la rana saltarina sobre la mesa hasta doblarla y suéltala. Observa lo que ocurre. Responde: ¿en qué momento tiene la rana máxima E_p elástica? ¿Y máxima E_c ? ¿Y máxima E_p gravitatoria? Dibuja la cadena completa de transformaciones energéticas desde que presionas la rana hasta que aterriza. Por último: si presionas con más fuerza, ¿qué cambia y por qué?
- **Producto evaluable:** Respuestas a las tres preguntas sobre los momentos de energía máxima; diagrama de la cadena de transformaciones; respuesta argumentada a la pregunta final.
- **Materiales:** Juguete rana saltarina de plástico, ficha impresa o digital con las preguntas y el espacio para el diagrama.
- **Tiempo estimado:** 7 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identificación de los momentos de energía máxima.
 - Establece que la E_p elástica almacenada al presionar equivale a la E_p gravitatoria en el punto más alto del salto, justificándolo con el principio de conservación.
 - Describe la cadena completa (energía química muscular, E_p elástica, E_c , E_p gravitatoria, térmica y sonora al aterrizar) y la conecta con un ejemplo real del bloque.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Si hay dificultades motoras, un alumno presiona y el otro observa. La cadena de transformaciones puede entregarse en formato oral grabado.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia corporal-cinestésica ya cubierta por A3). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B2b y B2b. Cubre la E_p elástica, el único tipo de energía mecánica sin actividad experimental en el flujo principal. Complementa A1 (E_p gravitatoria y E_c) y A3 (disipación por impacto), completando el panorama de formas de energía mecánica del bloque.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 14** del [Anexo IV](#).

B2a: EL SALTO DE LA TELARAÑA

Ojo de Halcón: «Stark nunca entiende por qué confío más en mi arco que en su tecnología. La respuesta es simple: la energía almacenada en la deformación es real y predecible. La telaraña de Spider-Man funciona igual cuando está tensada.

¿Por qué no estudias como funciona y se lo demostramos?»

TU MISIÓN:

1. **Presiona la rana** sobre la mesa hasta doblarla y **suéltala**. Observa.
2. Responde: **¿en qué momento tiene máxima E_p elástica?** ¿Y máxima E_c ? ¿Y máxima E_p gravitatoria?
3. **Dibuja la cadena completa de transformaciones energéticas**, desde que presionas la rana hasta que aterriza de nuevo.
4. Responde: **si presionas con más fuerza, ¿qué cambia y por qué?**
5. Sube tus respuestas y tu diagrama a Padlet (foto del diagrama o imagen digital).

Entrega en Padlet

Figura 26: Captura de pantalla de la actividad B2a “El salto de la telaraña” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

B2b. El cuerpo humano como máquina mecánica

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Naturalista
- **Objetivos de aprendizaje:** Evaluar la eficiencia mecánica del cuerpo humano comparándola con la de máquinas equivalentes; aplicar $\eta = P_{\text{útil}}/P_{\text{total}}$ al cuerpo humano como sistema energético cotidiano.
- **Desafío:** El protocolo de evaluación física de S.H.I.E.L.D., desarrollado por Natasha Romanoff, incluye datos de rendimiento energético de los agentes durante el entrenamiento. Examina la tabla. Calcula el rendimiento mecánico del cuerpo humano en cada actividad y compáralo con el de un motor eléctrico equivalente. Responde: ¿es el cuerpo humano una máquina eficiente? ¿Adónde crees va la energía que no se convierte en trabajo mecánico?

Actividad	MET	$P_{\text{metabólica}}$ (W)	$P_{\text{mecánica útil}}$ (W)	η (%)
Caminar (4,8 km/h)	3,8	285	71	
Ciclismo moderado (16 km/h)	6,8	550	138	
Carrera (9,7 km/h)	9,3	800	200	
Motor eléctrico				90

Fórmula aplicada: $P(W) = MET \times 70 \text{ kg} \times 1,162$. METs: Herrmann et al. (2024) <https://pacompendium.com/>, códigos 17190, 01020 y 12050.

$P_{\text{mecánica útil}}$ calculada con $\eta = 25 \%$ (Body Physics 2.0 by Lawrence Davis, capítulo 71: Human Efficiency) **disponible en**

<https://openoregon.pressbooks.pub/bodyphysics2ed/chapter/locomotive-efficiency/>.

- **Producto evaluable:** Tabla con los tres rendimientos calculados y respuesta escrita de 3-4 frases a las dos preguntas.
- **Materiales:** Ficha impresa o digital con la tabla, calculadora.
- **Tiempo estimado:** 7 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Calcula el rendimiento correctamente para las tres actividades en porcentaje.
 - Compara el rendimiento humano con el del motor eléctrico e identifica la diferencia.
 - Argumenta a qué se transforma la energía no convertida en trabajo mecánico, conectando con los conceptos del bloque y conocimientos de biología.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La ficha admite formato digital con lector de pantalla.
- **Cromo:** (sin cromo adicional si B1b ya fue validada) Mano de Groot de la que emerge un brote vegetal. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B2a y B2c. Aplica el concepto de rendimiento trabajado en A2 (viñeta 4) y debatido en A4 a un contexto biológico cotidiano.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 15** del [Anexo IV](#).

B2b: EL CUERPO HUMANO COMO MÁQUINA MECÁNICA

Natasha Romanoff (Black Widow): «El cuerpo humano es la máquina más compleja que existe. Pero ¿es eficiente? He compilado los datos de consumo energético de los agentes durante el entrenamiento. Analízalos.»

TU MISIÓN:

1. Calcula el **rendimiento η** de las tres actividades humanas.
2. **Compara el rendimiento humano** con el del motor eléctrico.
3. Responde: **¿es el cuerpo humano una máquina eficiente? ¿Adónde va la energía que no se convierte en trabajo mecánico?**
4. Escribe tus cálculos y tu respuesta en Padlet.

Puedes subir una foto de los cálculos

Para saber de dónde salen estos datos

Actividad	MET	Pmetabólica (W)	Pmecánica útil (W)	η (%)
Caminar (4,8 km/h)	3,8	285	71	
Ciclismo moderado (16 km/h)	6,8	550	138	
Carrera (9,7 km/h)	9,3	800	200	
Motor eléctrico				90

Entrega en Padlet

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 27: Captura de pantalla de la actividad B2b “El cuerpo humano como máquina mecánica” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

B2B - ¿DE DÓNDE SALEN ESTOS DATOS?

¿Qué es un MET?
Un MET mide cuánta energía gasta tu cuerpo al hacer una actividad, comparada con estar quieto sin hacer nada.
1 MET = 1 kcal por cada kg de tu masa corporal, cada hora

De METs a vatios
La fórmula que hemos usado es: $P (W) = MET \times masa (kg) \times 1,162$
¿De dónde sale el 1,162? Es el resultado de convertir 1 kcal/h a vatios:
 $1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ J} \rightarrow 1 \text{ kcal/h} = 4.184 \text{ J} / 3.600 \text{ s} = 1,162 \text{ W}$
Es decir, 1,162 es simplemente cuántos vatios equivalen a gastar 1 kilocaloría por hora.
Esto es el gasto total de tu cuerpo, no la energía que se aprovecha en movimiento.

Origen de los METs de la tabla
Vienen del Compendium of Physical Activities (2024), la base de datos científica internacional de referencia para el gasto energético de actividades físicas. Puedes consultarla tú mismo en [pacompendium.com](https://compendium.physicalactivities.com)

Por qué usamos un rendimiento del 25%
No toda la energía que gasta tu cuerpo se convierte en movimiento: . El rendimiento real del cuerpo humano en este tipo de actividades ronda entre el 20% y el 35%. Para simplificar, hemos fijado un 25% en las tres actividades:
 $P_{\text{útil}} = P_{\text{total}} \times 0,25$

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 28: Detalle de "Para saber de dónde salen estos datos" de la actividad B2b, por si aquellos estudiantes que finalicen el paisaje quieren saber más

B2c. Mi mapa de errores

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Intrapersonal
- **Objetivos de aprendizaje:** Clasificar los propios errores de actividades evaluadas en tres categorías conceptuales; identificar el patrón de error más frecuente y proponer una estrategia de mejora concreta.
- **Desafío:** Wanda Maximoff sabe mejor que nadie lo que cuesta enfrentarse a los propios errores. Tras cada misión, S.H.I.E.L.D. exige un análisis interno: ¿qué salió mal, por qué y cómo mejorar? Recoge tus respuestas de A1 y A2, corrígelas y clasifica cada error cometido en la tabla (C: cálculo / K: conceptual / E: comprensión del enunciado) y responde las preguntas de reflexión. *Si no tienes errores propios en A1 o A2, analiza la corrección modelo e identifica los tres errores más frecuentes que podría cometer un compañero, clasifícalos en las tres categorías y explica por qué se producirían.*
- **Producto evaluable:** Tabla clasificada y respuestas a las tres preguntas: ¿qué tipo de error predomina?, ¿por qué?, ¿qué harás diferente?
- **Materiales:** Ficha de clasificación de errores de B2c impresa o digital, modelo de respuesta de las actividades A1 y A2.
- **Tiempo estimado:** 8-10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Clasifica al menos tres errores concretos con criterio coherente en las tres categorías.
 - Identifica el tipo de error más frecuente con evidencia de la tabla.
 - Propone una estrategia de mejora concreta y específica (no genérica).
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La ficha admite formato digital con lector de pantalla. La ficha admite respuesta oral grabada.

- **Cromo:** Wanda Maximoff con su corona y energía roja irradiando a su alrededor. Paleta azul-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B2a y B2c. Aplica el concepto de rendimiento trabajado en A2 (viñeta 4) y debatido en A4 a un contexto biológico cotidiano.
- **Rúbrica de evaluación:** véase Tabla 16 del [Anexo IV](#).

B2c: EL MAPA DE ERRORES DE WANDA

Wanda Maximoff: «Sé mejor que nadie lo que cuesta enfrentarse a los propios errores. Tras cada misión, S.H.I.E.L.D. exige un análisis interno honesto: ¿qué salió mal, por qué y cómo mejorar? Es el protocolo más difícil de completar con sinceridad.»

⚠ ANTES DE EMPEZAR: abre la corrección modelo de A1 y A2 (botón de abajo) y ten tus propias entregas de A1 y A2 a mano.

TU MISIÓN:

1. Recupera tus respuestas de A1 y A2 (o la corrección modelo si no tienes errores propios).
2. Clasifica cada error en la tabla.
3. Si no tienes errores propios, identifica los tres errores más frecuentes que podría cometer un compañero, clasifícalos y explica por qué se producirían.
4. Responde: ¿qué tipo de error predomina? ¿Por qué? ¿Qué harás diferente en las próximas actividades?
5. Sube tu tabla y tus respuestas a Padlet.

Error identificado	Categoría (C / K / E)	¿Por qué se produjo?
1.		
2.		
3.		

CATEGORÍAS DE ERRORES:
C = cálculo · K = conceptual · E = comprensión del enunciado

Entrega en Padlet

Corrección A1

Corrección A2

Documento con la tabla

Figura 29: Captura de pantalla de la actividad B2c “El mapa de errores de Wanda” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

R1. El expediente energético

- **Localización en la matriz:** Recordar / Lingüístico-verbal
- **Objetivos de aprendizaje:** Consolidar la terminología clave del bloque con definiciones propias, fórmulas y ejemplos.
- **Desafío:** El agente Coulson mantiene el archivo de inteligencia científica de S.H.I.E.L.D. actualizado. Completa el expediente con los seis conceptos clave: definición en tus propias palabras (no copies), fórmula, unidad SI y ejemplo de Spider-Man para cada uno. *Las celdas marcadas con — no se rellenan.*
- **Producto evaluable:** Tabla-glosario completada con las seis filas y las cuatro columnas.
- **Materiales:** Ficha impresa o digital.
- **Tiempo estimado:** 7 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Las seis definiciones son conceptualmente correctas y están expresadas con palabras propias.
 - Fórmulas y unidades correctas.
 - Ejemplos correctos para los seis conceptos.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Se puede proporcionar la primera parte de cada

definición. Admite formato digital con lector de pantalla y herramientas accesibles de escritura.

- **Cromo:** No genera cromos nuevos (inteligencia lingüístico-verbal ya cubierta por A0). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Apoyo a todas las actividades del bloque. Especialmente recomendada antes de A0 y A1 si se detectan dudas.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 17** del [Anexo IV](#).

R1: EL EXPEDIENTE ENERGÉTICO

María Hill, comandante de S.H.I.E.L.D. : «Antes de continuar, asegúrate de que tienes claros los conceptos clave. El archivo no se actualiza solo.»

TU MISIÓN:

1. Abre el expediente editable (botón de abajo), descárgalo y editalo.
2. Para cada concepto: definición en tus propias palabras, fórmula o expresión, unidad SI (si procede) y ejemplo de Spider-Man.
3. Sube el expediente completado a Padlet

El objetivo no es copiar: es demostrar que entiendes cada concepto con tus propias palabras. Las celdas marcadas con — no se rellenan.

01 ENERGÍA CINÉTICA (E_c)
02 ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA (E_p) 03 TRABAJO MECÁNICO (W)
04 POTENCIA (P)
05 RENDIMIENTO (η)
06 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Entrega en Padlet

Documento con la tabla

Powered by genially EDUCATION

Figura 30: Captura de pantalla de la actividad R1 “El expediente energético” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

Concepto	Definición (en tus palabras)	Fórmula	Unidad SI	Ejemplo Spider-Man
Energía cinética (E_c)				
Energía potencial <u>grav.</u> (E_p)				
Trabajo mecánico (W)				
Potencia (P)				
Rendimiento (η)				Spider-Man gasta más energía muscular de la que realmente mueve el contenedor porque parte se pierde en forma de calor por rozamiento.
Conservación de la energía mecánica			—	Cuando se balancea, Spider-Man va más rápido en el punto más bajo que en los extremos porque la energía potencial se ha convertido en cinética

Figura 31: Tabla contenida en el documento que se entrega a los alumnos a modo de ficha en la actividad R1.

Amp1. La eficiencia del plano inclinado

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Corporal-cinestésica
- **Objetivos de aprendizaje:** Medir el rendimiento de un plano inclinado a dos ángulos distintos y comparar los resultados; evaluar el compromiso entre eficiencia y fuerza requerida en función del ángulo de inclinación.
- **Desafío:** Los ingenieros de Stark Industries quieren saber qué configuración de rampa es más eficiente para los sistemas de transporte de S.H.I.E.L.D. Monta el plano inclinado a dos ángulos distintos manteniendo siempre la misma altura h marcada en la pared. En cada configuración, arrastra el bloque lentamente cuesta arriba tirando del dinamómetro mientras el segundo alumno lee la fuerza. Mide la longitud del plano recorrida. Calcula y rellena la siguiente tabla. A partir de tus datos, responde sin calcular ángulos adicionales: ¿qué configuración da mayor rendimiento? ¿Cuál requiere menos fuerza? ¿Es posible maximizar ambas a la vez? Justifica con los datos.

El trabajo que tú haces tirando del dinamómetro ($W_{entrada}$) es mayor que el trabajo que realmente eleva el objeto contra la gravedad (W_{salida}), porque parte de tu esfuerzo se pierde venciendo el rozamiento del plano.

- **Producto evaluable:** Tabla con los datos de las dos configuraciones, cálculos de rendimiento en ambas y respuesta argumentada a las tres preguntas de evaluación.
- **Materiales:** Plano inclinado o tablón de madera; objeto de arrastre con cuerda: bloque de

laboratorio con gancho, o estuche rígido de lápices relleno; dinamómetro; báscula de cocina para pesar el objeto de arrastre si su masa no es conocida; regla y cinta métrica; calculadora.

- **Tiempo estimado:** 12-15 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Medición y cálculo del rendimiento en las dos configuraciones.
 - Identifica qué configuración es más eficiente y explica cualitativamente por qué la fuerza de rozamiento cambia con el ángulo.
 - Evalúa el compromiso entre eficiencia y fuerza requerida y justifica, con los datos, qué configuración elegiría según el objetivo.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Un alumno arrastra y el otro lee el dinamómetro. Si no hay plano de laboratorio, un tablón apoyado sobre libros a distintas alturas es equivalente.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia Corporal-cinestésica ya cubierta por A3 y B2a). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Extiende el rendimiento de A2 (viñeta 4) y A4 al ámbito experimental con una máquina simple. Conecta con A3 (disipación por rozamiento) al cuantificar cómo el ángulo afecta las pérdidas.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 18** del [Anexo IV](#).

Amp1: LA EFICIENCIA DEL PLANO INCLINADO

Hope van Dyne (Pym Technologies), Avispa: «En Pym Technologies evaluamos la eficiencia de cada sistema antes de desplegarlo. Hoy toca la rampa de transporte. ¿Qué configuración de ángulo es más eficiente? ¿Cuál requiere menos fuerza? ¿Se pueden optimizar las dos a la vez?.»

TU MISIÓN:

1. Monta el **plano** a dos **ángulos distintos**, manteniendo siempre la misma altura $h = 0,20$ m.
2. En cada configuración, **arrastra el objeto lentamente tirando del dinamómetro** mientras tu compañero lee la fuerza. Mide la **longitud recorrida**.
3. Calcula **Wentrada**, **Wsalida** y η para ambas configuraciones.
4. Responde sin calcular ángulos adicionales: ¿qué configuración da mayor rendimiento? ¿Cuál requiere menos fuerza? ¿Es posible maximizar ambas a la vez? Justifica con tus datos.
5. Sube tu tabla y tus respuestas a Padlet.

NECESITAS:

- plano inclinado o tablón
- peso con cuerda
- dinamómetro
- báscula para saber masa del peso
- regla

Configuración	Ángulo 1	Ángulo 2
h (m)	0,2	0,2
l (m)		
F (N)		
Wentrada (J)		
Wsalida (J)		
η (%)		

El trabajo que tú haces tirando del dinamómetro (Wentrada) es mayor que el trabajo que realmente eleva el objeto contra la gravedad (Wsalida), porque parte de tu esfuerzo se pierde venciendo el rozamiento del plano.

Entrega en Padlet

Figura 32: Captura de pantalla de la actividad Amp1 “La eficiencia del plano inclinado” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

Amp2. La energía que consume Nueva York

- **Localización en la matriz:** Aplicar / Lógico-matemática
- **Objetivos de aprendizaje:** Aplicar la fórmula de energía potencial gravitatoria a problemas de estimación de orden de magnitud; desarrollar intuición cuantitativa sobre la escala de la energía conectando cálculos individuales con el consumo de una ciudad.

- **Desafío:** Fury necesita que el equipo comprenda la escala del problema: proteger Manhattan no es solo una cuestión física, es también energética. Con los datos de la tabla, responde a las tres preguntas en orden:
 - ¿Cuánta energía potencial gravitatoria gana Spider-Man al subir el Empire State de una sola vez?
 - ¿Cuántas subidas equivalen a 1 MWh?
 - ¿Cuántas subidas necesitaría Spider-Man en total para igualar el consumo eléctrico anual del Estado de Nueva York?

Reflexiona: ¿qué te dice ese número sobre la escala de la energía que consume una ciudad?

- **Producto evaluable:** Tres cálculos resueltos con unidades y conversiones y reflexión de 2-3 frases sobre la escala energética.
- **Materiales:** Ficha con datos y preguntas guiadas; calculadora.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Cálculo de E_p y conversiones de unidades.
 - Estimación del número de subidas equivalentes.
 - La reflexión escrita conecta los valores calculados con la importancia del uso colectivo y responsable de la energía.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Para dificultades con la notación científica se puede proporcionar la conversión ya resuelta ($50.000 \text{ GWh} = 1,8 \times 10^{17} \text{ J}$) y centrar la actividad en el cociente y la reflexión.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia Lógico-matemática ya cubierta por A1). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Aplica el cálculo de energía potencial gravitatoria de A1 y A2 como punto de partida para una estimación de orden de magnitud, desarrollando intuición sobre la escala del consumo energético colectivo.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 19** del [Anexo IV](#).

Amp2: LA ENERGÍA QUE CONSUME NUEVA YORK

Nick Fury: «Proteger Manhattan no es solo una cuestión física. Es también energética. Antes de planificar cualquier operación a gran escala, necesito que el equipo comprenda la escala del problema.»

TU MISIÓN:

1. Calcula la **Ep** ganada por Spider-Man al **subir el Empire State una sola vez**.
2. Calcula cuántas subidas equivalen a 1 MWh.
3. Calcula cuántas subidas necesitaría en total para igualar el consumo eléctrico anual del Estado de Nueva York.
4. Reflexiona: **¿qué te dice ese número sobre la escala de la energía que consume un Estado?**
5. Escribe tu resolución completa en Padlet: los tres cálculos y tu reflexión.

Recuerda que puedes subir una foto con la resolución numérica.

Dato	Valor
Masa de Spider-Man (m)	75 kg
Altura del Empire State Building (h)	443 m
g	9,8 m/s ²
Consumo eléctrico anual del Estado de Nueva York	50.000 GWh/año
Equivalencia	1 GWh = $3,6 \times 10^{12}$ J

Entrega en Padlet

Powered by genially

Figura 33: Captura de pantalla de la actividad Amp2 “La energía que consume Nueva York” en el paisaje de aprendizaje 1 creado en Genially.

Anexo III: Actividades optativas, de refuerzo y de ampliación del Paisaje de Aprendizaje 2

En este Anexo, se encuentran el resto de las actividades diseñadas para el Paisaje de Aprendizaje 2.

B1a. La sinfonía del cambio de fase

- **Localización en la matriz:** Crear / Musical
- **Objetivos de aprendizaje:** Sintetizar en un formato creativo el proceso de fusión desde el punto de vista energético y molecular, expresando el concepto de calor latente mediante la explicación de la constancia de la temperatura durante la coexistencia de las dos fases en el cambio de estado.
- **Desafío:** Peter Quill (Star-Lord) encarga al alumno una canción corta (estrofa y estribillo, 8-10 versos) que explique a Groot qué ocurre durante la fusión desde el punto de vista de las partículas y por qué la temperatura permanece constante mientras coexisten dos fases. La letra debe responder de forma implícita a tres preguntas: qué les ocurre a las partículas, adónde va la energía suministrada si la temperatura no sube y qué es el calor latente. Se permite el uso de inteligencia artificial para la rima; el contenido científico debe ser propio del alumno.
- **Producto evaluable:** Letra escrita (8-10 versos) o grabación de audio de hasta 2 minutos, con indicación de si se ha utilizado IA.
- **Materiales:** Papel o dispositivo electrónico.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Presencia del concepto de calor latente en la letra.
 - Explicación correcta de la invarianza de temperatura durante la fusión desde el punto de vista energético.
 - Coherencia científica del contenido, con independencia de la calidad literaria.
 - Indicación explícita del uso de IA cuando corresponda.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La opción de entrega en audio elimina la barrera de la expresión escrita. El uso de IA para la rima reduce la carga formal, pero requiere la revisión por parte del alumno.
- **Cromo:** Casete Awesome Mix Vol. 2. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B1b. El contenido conceptual del calor latente conecta con el fenómeno observado en Amp1.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 25** del [Anexo V](#).

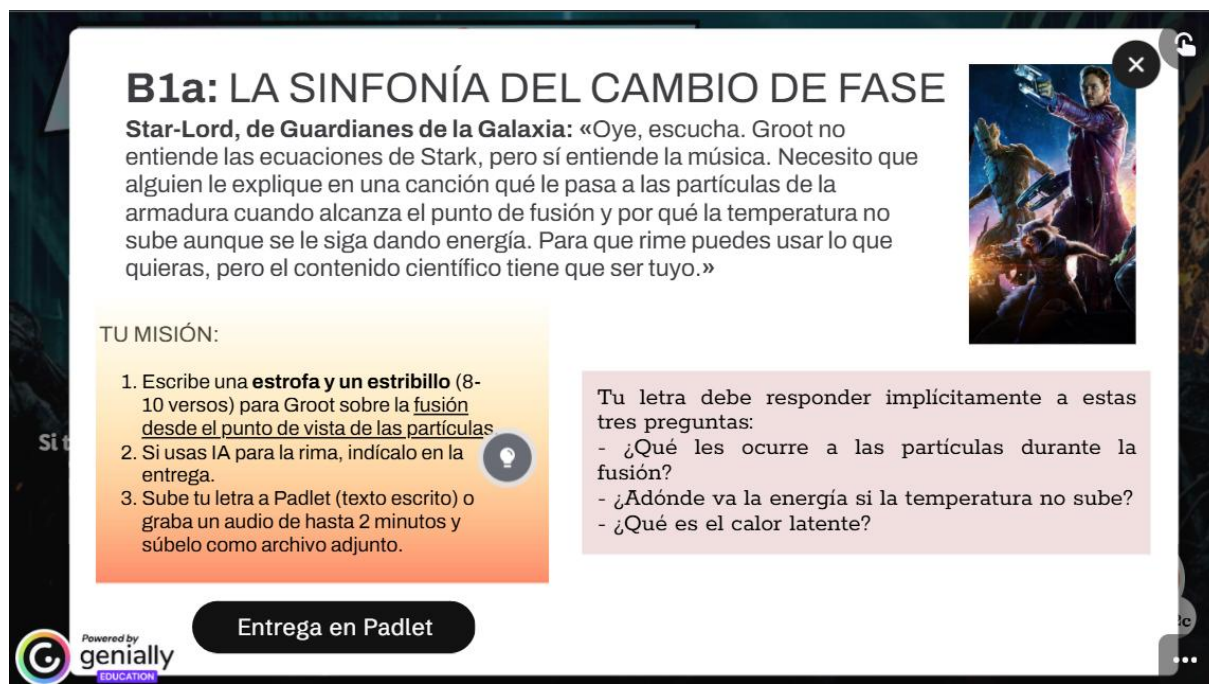


Figura 34: Captura de pantalla de la actividad B1a “La sinfonía del cambio de fase” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

B1b. Mapa mental del bloque

- **Localización en la matriz:** Analizar / Visual-espacial
- **Objetivos de aprendizaje:** Organizar y relacionar visualmente los conceptos fundamentales del bloque; identificar las conexiones entre calor, temperatura, equilibrio térmico, calor específico, calor latente y rendimiento.
- **Desafío:** FRIDAY ha detectado que la base de datos térmica de la Mark II contiene siete conceptos del bloque sin ninguna estructura que los conecte: calor, temperatura, calor específico, equilibrio térmico, calor latente, dilatación térmica y rendimiento. El alumno elabora un mapa mental con «Gestión térmica de la Mark II» como nodo central y siete ramas principales, una por concepto. Cada rama debe incluir una definición breve en sus propias palabras, la unidad SI o la expresión matemática cuando exista, y una subrama que indique cómo ese concepto se relaciona con al menos otro del mapa. El conjunto debe incorporar al menos dos ejemplos concretos de la armadura.
- **Producto evaluable:** Mapa mental con subramas con los siete términos y al menos dos ejemplos contextualizados en la narrativa Iron Man.
- **Materiales:** Papel y bolígrafo o dispositivo con software de ofimática o Canva.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Presencia y corrección de los 7 conceptos como ramas principales.
 - Conexiones entre conceptos a través de subramas.
 - Ejemplos concretos de la armadura de Iron Man.
 - Claridad y organización visual del mapa.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Ampliación de tiempo para alumnos con dificultades de concentración o de aprendizaje. En versión digital, las herramientas de accesibilidad del

dispositivo facilitan el acceso.

- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia visual-espacial ya cubierta por A2). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B1a. Sintetiza el conjunto del bloque y prepara al alumno para la Bifurcación 2.
- **Rúbrica de evaluación:** véase [Tabla 26](#) del [Anexo V](#).

B1b: MAPA MENTAL DEL BLOQUE

IA FRIDAY: «Base de datos de la armadura — diagnóstico completado. He detectado siete conceptos termodinámicos registrados sin ninguna estructura de conexión entre ellos. El sistema no puede garantizar la seguridad del piloto sin entender cómo se relacionan. Necesito que los organices. **Calor, temperatura, calor específico, equilibrio térmico, calor latente, dilatación térmica y rendimiento**»

TU MISIÓN:

1. Crea un **mapa mental** con «Gestión térmica de la Mark II» como nodo central y los **7 conceptos** como ramas principales.
2. Cada rama debe incluir:
 - a. **Definición** breve en tus propias palabras
 - b. **Unidad del SI o expresión matemática** (si existe)
 - c. Una **subrama** que **conecte ese concepto** con al menos **otro**
3. Incorpora al menos **2 ejemplos** concretos de la armadura de **Iron Man**.
4. Sube una foto o exporta como imagen PNG a Padlet.

ENERGÍA MECÁNICA

Definición: La energía de un objeto debido a su movimiento.

Unidad SI/Expresión: Julio (J) / $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

Relación: Relacionada con E. Potencial, se transforma en Ep (por ejemplo, en un péndulo o montaña rusa)

Definición: La energía almacenada por posición o configuración.

E. P. Gravitatoria (Ep)

Definición: La energía por la altura de un objeto en un campo gravitatorio.

Unidad SI/Expresión: Julio (J) / $E_p = mgh$

Relación: Relacionada con E. Cinética, por ejemplo, un objeto cayendo gana E_k al perder E_p.

E. P. Elástica (Ep)

Definición: La energía por la deformación de objetos elásticos.

Unidad SI/Expresión: Julio (J) / $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

Relación: Relacionada con E. Cinética, por ejemplo, un resorte liberado transforma Ep para mover un objeto, generando E_k.

Haz click para ampliar y ver un ejemplo de mapa mental realizado con Gemini

Entrega en Padlet

Figura 35: Captura de pantalla de la actividad B1b “Mapa mental del bloque” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

B2a. El mix energético de Stark Industries

- **Localización en la matriz:** Analizar / Visual-espacial
- **Objetivos de aprendizaje:** Comparar la potencia instalada y la generación real de distintas tecnologías eléctricas; identificar y explicar las discrepancias entre ambas magnitudes en términos de disponibilidad del recurso; relacionar el concepto de generación continua frente a generación intermitente con los conceptos de energía y potencia trabajados en el bloque.
- **Desafío:** El Departamento de Estrategia Energética de Stark Industries ha solicitado un informe sobre por qué el sistema eléctrico español de 2025 no maximiza la generación solar, siendo esta la tecnología con mayor potencia instalada. A partir de las dos tablas de datos publicadas por Red Eléctrica de España en su Informe del Sistema Eléctrico 2025 y disponibles en Genially, el alumno identifica la tecnología con mayor discrepancia entre su peso en la potencia instalada y su peso en la generación real, explica en 3-4 líneas por qué se produce esa discrepancia usando los conceptos de energía y potencia, y responde a la pregunta de cierre: ¿qué le diría Stark a su equipo para justificar por qué el reactor Arc funciona de forma continua y no intermitente?

- **Producto evaluable:** Respuesta escrita de 3-4 líneas más la respuesta a la pregunta de cierre.
- **Materiales:** Acceso al gráfico en Genially y a la fuente de los datos. Imagen con la generación de energía en España en 2025 y enlace donde pueden consultar la potencia instalada ese mismo año (https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada-generacion?start_date=2025-01-01T00:00&end_date=2025-12-31T23:59&time_trunc=year&systemElectric=nacional).
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identifica correctamente la tecnología con mayor discrepancia (solar FV: 33 % instalada, 18 % generación; nuclear: 5 % instalada, 19 % generación).
 - Explica la discrepancia usando los conceptos de disponibilidad del recurso o horas de funcionamiento.
 - La respuesta a la pregunta de cierre conecta la generación continua con la idea de que la potencia disponible en todo momento es lo que determina la fiabilidad del suministro.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Las herramientas de descripción de gráficos del dispositivo facilitan el acceso en versión digital. Para alumnos con dificultades de síntesis, el docente puede proporcionar una plantilla de respuesta con los términos clave a completar.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo si el alumno ya realizó B1b (ambas son visual-espacial). Si B1b no se realizó, sí genera el cromo de inteligencia visual-espacial. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B2b y B2c. Traslada el debate sobre rendimiento de A4 al plano de la producción de energía a escala social.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 27** del [Anexo V](#).

B2a: EL MIX ENERGÉTICO DE STARK INDUSTRIES

Trabajador de Stark Industries: «El departamento me ha encargado entender por qué el sistema eléctrico español, con más paneles solares instalados que nadie, no genera la mayor parte de su electricidad de origen solar. Stark quiere datos antes de decidir dónde instala las nuevas plantas de suministro para las armaduras europeas.»

TU MISIÓN:

1. **Compara el peso de cada tecnología en la potencia instalada con su peso en la generación real.**
2. **Identifica la tecnología con mayor discrepancia entre ambas magnitudes.**
3. **Explica en 3-4 líneas por qué se produce esa discrepancia.** Usa los conceptos de energía y potencia.
4. **Responde: ¿qué le diría Stark a su equipo para justificar que el reactor Arc funcione de forma continua y no intermitente?**

Entrega en Padlet: escribe directamente en tu tarjeta. No es necesario subir ningún archivo.

Balance de energía eléctrica nacional (GWh)

Tecnología	Porcentaje	Valor (GWh)
Industria	12,4%	33.684,5
Edificios	21,8%	58.800,8
Solar fotovoltaica	18,4%	50.187,7
Solar térmica	1,4%	3.681,9
Eólica	8%	21,9
Agua	1,4%	3.900,1
Biomasa renovable	0,5%	711,3
Nuclear	19%	51.846,2
Sistema combinado	16,8%	45.731,6
Carbón	0,9%	1.515,6
Mixtura diesel	0,9%	2.545,9
Turbinas de gas	0,9%	687,1
Turbinas de vapor	0,9%	2.362,2
Pérdidas	0%	0
Generación	6,7%	18.456
Pérdidas no renovables	0,9%	1.267,7

Potencia instalada sistema eléctrico nacional. (ENLACE)

Fuente: Red Eléctrica de España. Informe del Sistema Eléctrico Español 2025. Datos provisionales, enero de 2026.

Entrega en Padlet

Figura 36: Captura de pantalla de la actividad B2a “El mix energético de Stark Industries” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

Balance de energía eléctrica nacional (GWh)

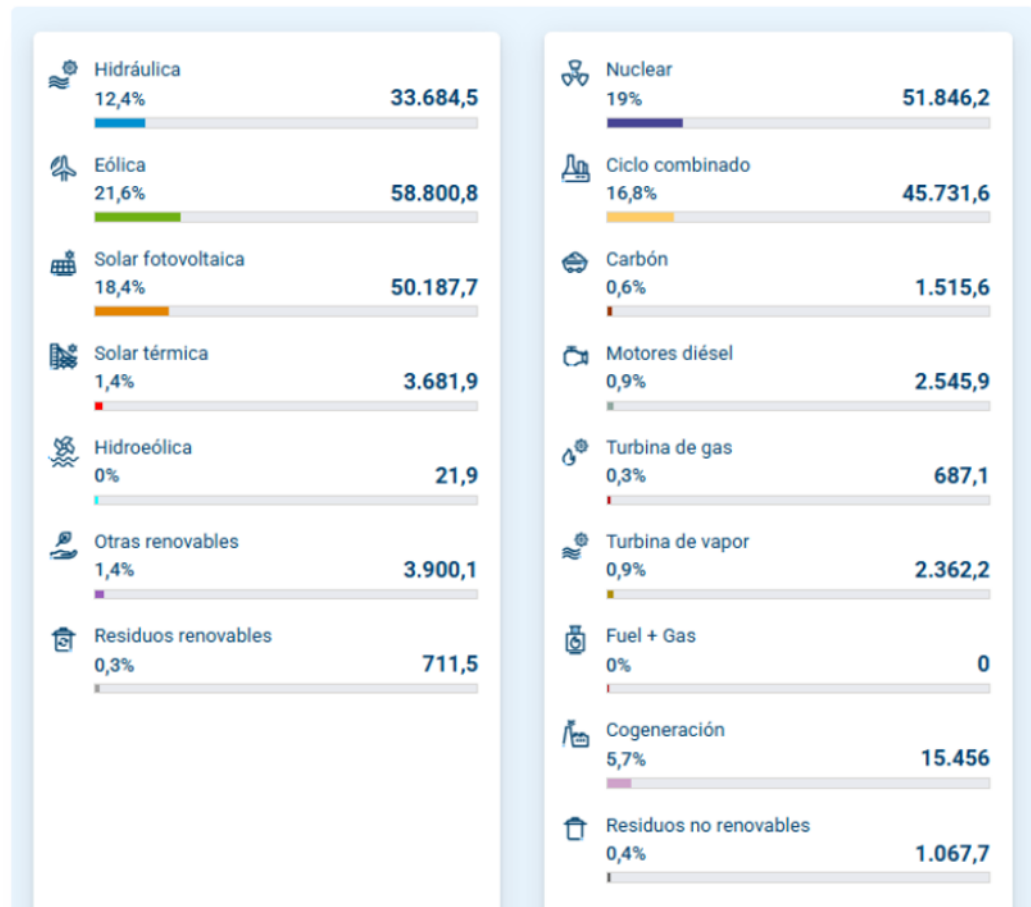


Figura 37: Detalle de los datos aportados a los estudiantes en la actividad B2a. Fuente: Red Eléctrica de España. Informe del Sistema Eléctrico Español 2025. Datos provisionales, enero de 2026.

B2b. La huella de carbono de Stark Industries

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Naturalista
- **Objetivos de aprendizaje:** Interpretar datos reales del factor de emisión de CO₂ equivalente de la generación eléctrica española a lo largo de 2025; identificar la variación estacional y sus causas a partir de la información proporcionada; emitir un juicio argumentado sobre decisiones energéticas orientadas a reducir la huella de carbono de un gran consumidor industrial.
- **Desafío:** Nick Fury ha solicitado un informe de impacto ambiental sobre la huella de carbono del suministro eléctrico de las instalaciones de Stark Industries en España. El factor de emisión no es constante porque la electricidad de la red no siempre se produce de la misma forma: en primavera los embalses están más llenos y la generación solar crece, lo que reduce el uso de las centrales de gas y, con él, las emisiones por kWh. En otoño e invierno ocurre lo contrario. En 2025, las fuentes renovables produjeron el 55,5 % de la electricidad española (REE, 2026), pero esa proporción varió mes a mes. A partir del gráfico mensual del factor de emisión de CO₂ equivalente de la generación eléctrica española en 2025, publicado por Red Eléctrica de España y disponible en

Genially, el alumno identifica los meses con mayor y menor impacto ambiental por kWh generado, explica en 2-3 líneas por qué se produce esa variación usando la información de contexto incluida en esta ficha, y redacta en 3-4 líneas una recomendación concreta para que Stark Industries reduzca su huella de carbono eléctrica.

- **Producto evaluable:** Respuesta escrita con los meses identificados, la explicación de la variación y la recomendación argumentada.
- **Materiales:** Gráfico mensual del factor de emisión disponible en Genially (fuente: Red Eléctrica de España, Informe del Sistema Eléctrico Español 2025).
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identificación correcta de los meses con mayor y menor factor de emisión.
 - Explicación de la variación estacional conectando con el mix de generación.
 - Recomendación concreta y argumentada para reducir la huella de carbono.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Ampliación de tiempo para alumnos con dificultades de concentración o de aprendizaje. En versión digital, las herramientas de accesibilidad del dispositivo facilitan el acceso.
- **Cromo:** Rocket Raccoon frente a paisaje natural con herramientas de análisis ambiental. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B1a. Sintetiza el conjunto del bloque y prepara al alumno para la Bifurcación 2.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 28** del [Anexo V](#).

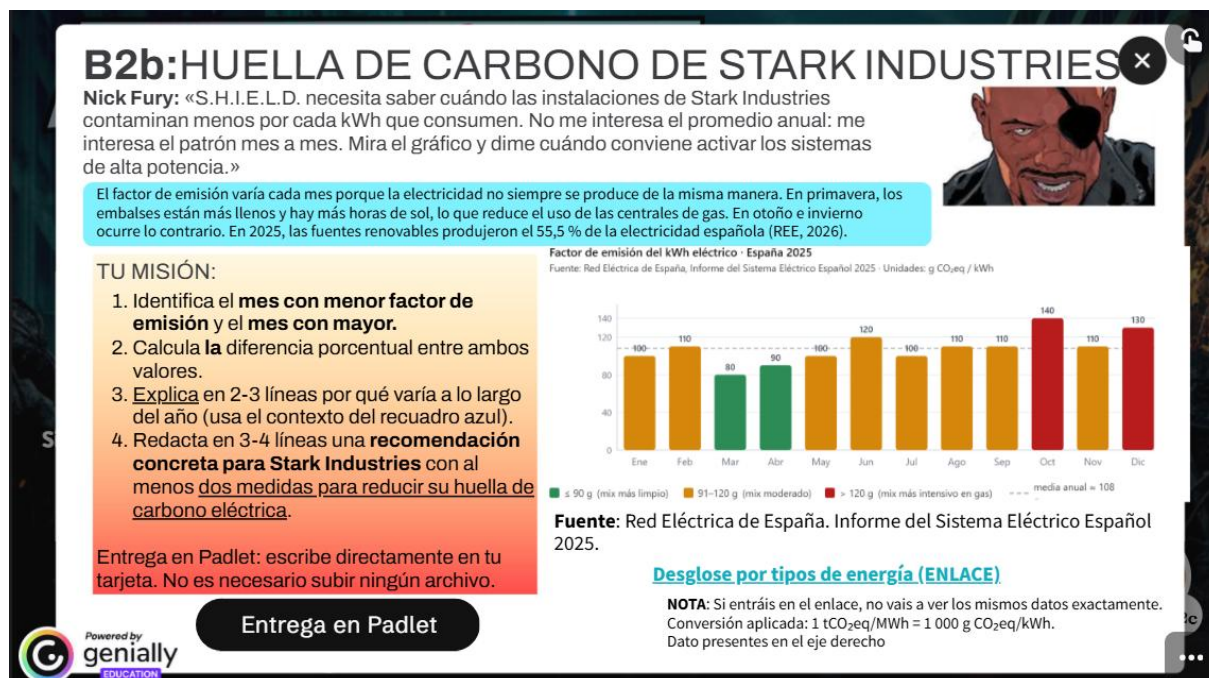


Figura 38: Captura de pantalla de la actividad B2b “Huella de carbono de Stark Industries” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

B2c. El diario de Tony

- **Localización en la matriz:** Evaluar / Intrapersonal
- **Objetivos de aprendizaje:** Evaluar la propia resolución de una actividad de cálculo mediante criterios explícitos; identificar errores o puntos de mejora en el propio trabajo; desarrollar la capacidad de autorregulación del aprendizaje.
- **Desafío:** Tony Stark registra en su diario un balance de cada misión siguiendo cuatro criterios: planteamiento, cálculo numérico, unidades e interpretación. El alumno recupera su resolución de A1 (o de Amp2 si la ha completado), evalúa su propio trabajo con la rúbrica adjunta e indica, para cada criterio que no alcance la puntuación máxima, una línea concreta sobre qué mejoraría la próxima vez.

Tabla 6: Rúbrica de autoevaluación facilitada a los alumnos para que se evalúen su resolución de A1

Criterio	3. Excelente	2. Correcto	1. Mejorable	Tu puntuación
Planteamiento	Identifica todas las variables y la expresión correcta	Usa la expresión correcta, pero con algún error en las variables	No identifica la expresión correcta	
Cálculo numérico	Resultado correcto	Error de cálculo menor, no conceptual	Error de cálculo por razón conceptual	
Unidades	Todas las magnitudes con unidades en cada paso	Faltan unidades en algún paso intermedio	Faltan unidades en el resultado final	
Interpretación	Conclusión conectada con el contexto físico de forma precisa	Conclusión correcta pero superficial	No hay conclusión o es incorrecta	

- **Producto evaluable:** Rúbrica cumplimentada con puntuaciones y comentarios de mejora para cada criterio no máximo.
- **Materiales:** Ficha con la rúbrica; resolución previa de A1 o Amp2.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Identificación honesta de los criterios no alcanzados.
 - Propuesta de corrección concreta y viable para cada uno.
 - Coherencia entre la puntuación asignada y la calidad real de la resolución.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La rúbrica estructurada guía a los alumnos con

dificultades de autorregulación a través del proceso de revisión. La actividad puede realizarse íntegramente en formato digital.

- **Cromo:** Tony Stark con el reactor Arc iluminado en el pecho. Paleta dorado-rojo. Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Alternativa a B2a y B2b. Autoevaluación directa de A1 o Amp2.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 29** del [Anexo V](#).

B2c: EL DIARIO DE TONY

Tony Stark / Iron Man: «Cada misión tiene un balance técnico. El mío evalúa cuatro criterios: si planteé bien el problema, si los números son correctos, si las unidades cuadran y si interpreté el resultado con sentido. Esta vez quiero que lo hagas tú con tu propia resolución de A1. Si no eres honesto contigo mismo, no aprendes.»»

⚠ ANTES DE EMPEZAR: Recupera tu resolución de A1. Busca tu entrega en Padlet y tenla visible mientras completas esta actividad. Si has hecho Amp2, puedes autoevaluar esa resolución en su lugar.

TU MISIÓN:

1. Abre la **rúbrica editable** (botón de abajo) y descárgala.
2. **Evalúa tu resolución de A1** con los cuatro criterios.
3. Para cada criterio que no alcances la puntuación máxima, **escribe una línea concreta sobre qué mejorarías**.
4. Sube el documento completado a Padlet

B2c: El diario de Tony (Autoevaluación de A1)

Criterio	3. Excelente	2. Correcto	1. Mejorable	Tu puntuación
	Identifica todas las	Usa la expresión	No	

Entrega en Padlet **Documento**

Powered by **genially** EDUCATION

Figura 39: Captura de pantalla de la actividad B2c “El diario de Tony” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

R1. Glosario de la armadura

- **Localización en la matriz:** Recordar / Lingüístico-verbal
- **Objetivos de aprendizaje:** Consolidar el vocabulario fundamental del bloque antes de abordar las actividades de mayor demanda cognitiva; establecer definiciones precisas de los cinco términos clave del paisaje.
- **Desafío:** JARVIS ha detectado cinco entradas vacías en el diccionario termodinámico de la armadura sin las cuales no puede calcular los parámetros de seguridad del piloto. El alumno completa cada entrada con la definición en sus propias palabras, las unidades del Sistema Internacional cuando.
 - Calor.
 - Temperatura.
 - Equilibrio térmico.
 - Rendimiento.
 - Transferencia de calor.
- **Producto evaluable:** Glosario completado con las cinco entradas.
- **Materiales:** Ficha impresa o en formato digital. El alumno puede consultar sus apuntes.

- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Definición correcta y expresada con las propias palabras del alumno para las cinco entradas.
 - Uso correcto de las unidades del SI.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** El alumno puede consultar sus apuntes; el objetivo es la consolidación, no la memorización bajo presión. En versión digital, el corrector ortográfico reduce la barrera para alumnos con dislexia.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia lingüístico-verbal ya cubierta por A0). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Prerrequisito de vocabulario para el bloque completo; se recomienda como primer paso para alumnos con dificultades en A0.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 30** del [Anexo V](#).

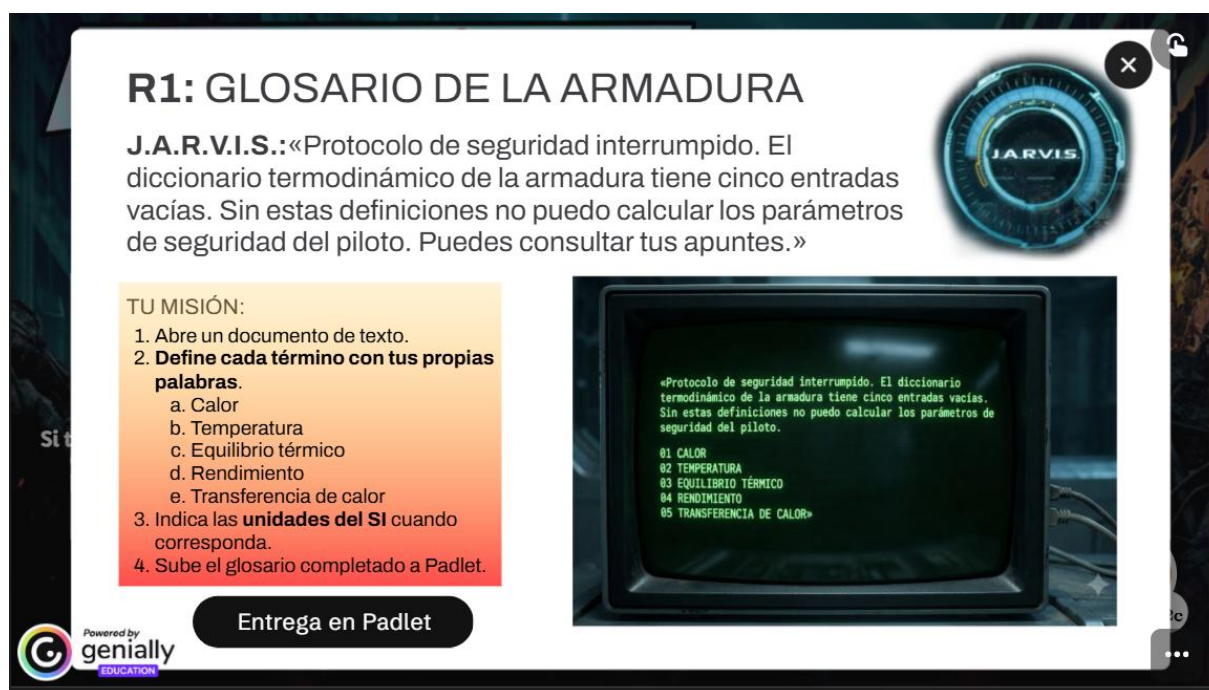


Figura 40: Captura de pantalla de la actividad R1 “Glosario de la armadura” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

Amp1. Temperatura constante: la prueba del hielo

- **Localización en la matriz:** Analizar / Corporal-cinestésica
- **Objetivos de aprendizaje:** Verificar experimentalmente que la temperatura de una mezcla de agua y hielo permanece constante durante el cambio de fase; relacionar la observación empírica con el concepto de calor latente trabajado en B1a.
- **Desafío:** El equipo técnico de Stark Industries necesita verificar el comportamiento del material de cambio de fase del sistema de refrigeración de la Mark II. El alumno introduce un termómetro en un vaso con agua y hielo, registra la temperatura cada minuto durante cinco minutos en la tabla adjunta (anotando también el aspecto de la mezcla en cada

medida) y explica por qué la temperatura se mantiene en torno a 0 °C mientras queda hielo, relacionando la observación con el concepto de calor latente.

*Pregunta de cierre: ¿por qué la temperatura no varía mientras queda hielo en el vaso?
Relaciona tu respuesta con el concepto de calor latente.*

- **Producto evaluable:** Tabla completada con seis medidas y sus observaciones; conclusión escrita.
- **Materiales:** Vaso con agua fría y hielo, termómetro digital, cronómetro.
- **Tiempo estimado:** 8 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Registros de temperatura en el intervalo correcto (en torno a 0 °C) durante los cinco minutos.
 - Descripción coherente del aspecto de la mezcla (presencia de hielo) en cada medida.
 - Conclusión que relaciona la temperatura constante con el calor latente de fusión.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** La actividad puede realizarse en pareja: uno mide y el otro registra. La tabla estructurada guía el proceso de recogida de datos.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia corporal-cinestésica ya cubierta por A3). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Verifica empíricamente el contenido conceptual de B1a; conecta con el calor latente de fusión.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 31** del [Anexo V](#).

Amp1: TEMPERATURA CONSTANTE: LA PRUEBA DEL HIELO

Shuri: «El material de cambio de fase del nuevo sistema de refrigeración de la Mark III debe mantener una temperatura estable mientras se produce la transición. Necesitamos verificarlo con un modelo de laboratorio. Tenéis el material sobre la mesa.»

TU MISIÓN:

1. Abre un **documento de texto**, mide y **registra** las temperaturas del agua fría y caliente (tabla como la de la derecha).
2. Introduce el **termómetro** en el vaso con **agua y hielo**.
3. **Registra la temperatura y el aspecto de la mezcla** cada minuto durante 5 minutos.
4. Justifica: **¿por qué la temperatura apenas varía mientras queda hielo en el vaso?** Relaciona tu respuesta con el concepto de calor latente.
5. Sube el documento completado a Padlet (captura de pantalla o texto copiado).

NECESITAS:

- vaso con agua y hielo
- termómetro digital
- cronómetro

Minuto	Temperatura °C	Aspecto de la mezcla
0		
1		
2		
3		
4		
5		

Entrega en Padlet

Para saber más

Figura 41: Captura de pantalla de la actividad Amp1 “Temperatura constante: la prueba del hielo” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

Amp2. El rendimiento del Reactor Arc

- **Localización en la matriz:** Aplicar / Lógico-matemática
- **Objetivos de aprendizaje:** Calcular el rendimiento de un motor térmico a partir de los datos de calor absorbido y trabajo útil producido; comparar el valor obtenido con el límite teórico de Carnot; comprender cualitativamente por qué el rendimiento real es siempre inferior al límite teórico. (Ampliación con contenidos nuevos de Bachillerato).
- **Desafío:** Bruce Banner ha registrado los parámetros de funcionamiento del reactor Arc en una prueba de alta potencia. Con las expresiones proporcionadas, el alumno calcula el rendimiento real del reactor y el límite teórico de Carnot, compara ambos valores y explica en 3-4 líneas por qué el rendimiento real es siempre inferior al de Carnot, aunque la energía se conserve.
- **Producto evaluable:** Resolución de los dos cálculos con comparación e interpretación escrita.
- **Materiales:** Ficha con los datos y las expresiones; calculadora.
- **Tiempo estimado:** 10 minutos.
- **Indicadores de logro:**
 - Cálculo del rendimiento real (η_{real}).
 - Cálculo del rendimiento de Carnot (η_{Carnot}).
 - Comparación cuantitativa de ambos rendimientos.
 - Interpretación cualitativa del límite de Carnot y el calor disipado.
- **Adaptaciones y accesibilidad:** Las fórmulas se proporcionan en la ficha; no se requiere memorización previa.
- **Cromo:** No genera cromo nuevo (inteligencia lógico-matemática ya cubierta por A1). Se recogen en el [Anexo VI](#) todas las insignias diseñadas para el proyecto.
- **Relación con otras actividades:** Extiende cuantitativamente el debate cualitativo de A4; puede servir de base para la autoevaluación de B2c.
- **Rúbrica de evaluación:** véase **Tabla 32** del [Anexo V](#).

Amp2: EL RENDIMIENTO DEL REACTOR ARC

Hulk: «He registrado los parámetros del reactor Arc durante la prueba de alta potencia. Quiero que los analices con dos expresiones que te facilito: una para el rendimiento real y otra para el límite teórico que ninguna máquina puede superar. Compara los valores y explica por qué el real siempre queda por debajo, aunque la energía se conserve.»



TU MISIÓN:

1. Calcula el **rendimiento real del reactor Arc (η real)**.
2. Calcula el **rendimiento de Carnot (η Carnot)**.
3. Compara los dos valores: ¿cuál es mayor? ¿En cuántos puntos porcentuales difieren?
4. Explica en 3-4 líneas por qué el rendimiento real es siempre inferior al de Carnot, aunque la energía se conserve.
5. Escribe tu resolución completa en Padlet: cálculos, comparación y explicación. (documento, captura de pantalla o texto copiado).

NOTA: Esta actividad incluye contenido de Física y Química de Bachillerato / Universidad.

Las expresiones y los datos están aquí: no necesitas haberlos visto antes en clase.

Expresiones facilitadas:

$\eta_{\text{real}} (\%) = (W / Q_c) \times 100$

$\eta_{\text{Carnot}} (\%) = (1 - T_f / T_c) \times 100$

***las temperaturas deben expresarse en SI**

Dato	Valor
Calor absorbido del foco caliente (Q_c)	800 kJ
Trabajo útil producido (W)	280 kJ
Temperatura del foco caliente (T_c)	800 K
Temperatura del foco frío (T_f)	300 K

Explicación sobre el ciclo de Carnot y su importancia

Entrega en Padlet

Figura 42: Captura de pantalla de la actividad Amp2 “El rendimiento del Reactor Arc” en el paisaje de aprendizaje 2 creado en Genially.

Anexo IV: Rúbricas de evaluación de las actividades del Paisaje de Aprendizaje 1

En este Anexo, se encuentran las rúbricas de evaluación de todas las actividades diseñadas para el Paisaje de Aprendizaje 1.

Tabla 7: Rúbrica de evaluación de la actividad A0 titulada “¿Cuánta energía ves?”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Identificación de tipos de energía [CE 1.1] 40%	Identifica 1 tipo o menos, o los identificados son incorrectos.	Identifica 2-3 tipos correctamente con asociación al vídeo.	Identifica correctamente 4-5 tipos con asociación a un elemento o situación del vídeo.	Identifica los 6 tipos con asociación correcta a un elemento o situación del vídeo.	Identifica los 6 tipos con precisión y señala cuáles aparecen de forma implícita en el fragmento y cuáles de forma explícita.
Justificación conceptual [CE 3.1] 35%	Sin justificación o justificaciones completamente incorrectas.	Justificaciones genéricas o incorrectas en la mayoría.	Justificaciones correctas en la mayoría; imprecisiones en 1-2 tipos.	Todas las justificaciones son conceptualmente correctas.	Las justificaciones incluyen la característica física distintiva de cada tipo (p.ej., Ec depende de v^2).
Distinción entre tipos de energía mecánica [CE 3.1] 25%	Confunde cinética y potencial; no diferencia tipos de potencial.	Distingue cinética de potencial, pero no gravitatoria de elástica.	Diferencia cinética, potencial gravitatoria y potencial elástica.	Diferencia los tres tipos mecánicos con ejemplos correctos del vídeo.	Explica la condición que genera cada tipo: altura, deformación, velocidad.

Tabla 8: Rúbrica de evaluación de la actividad **A1** titulada “Simulación: Energy Skate Park”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Cálculo de E_c y E_p en las tres posiciones [CE 1.2, CE 3.2] 50%	No aplica las fórmulas o lo hace de forma completamente incorrecta.	Plantea las fórmulas con errores graves de sustitución o variables.	Calcula E_c o E_p en al menos 2 posiciones con algún error en unidades.	Calcula E_c y E_p correctamente en las 3 posiciones con unidades.	Calcula E_c , E_p y E_{total} en las 3 posiciones sin errores de redondeo significativos.
Verificación de la conservación [CE 3.1] 30%	No compara E_{total} entre posiciones.	Compara, pero la conclusión contradice los datos.	Constata que E_{total} es aproximadamente constante sin explicar discrepancias.	Verifica la conservación y concluye correctamente con los datos.	Verifica, cuantifica las discrepancias y las atribuye a fuentes de error identificadas.
Comparación entre datos simulados y calculados; y conclusión [CE 2.2] 20%	No compara valores simulados con calculados.	Compara sin extraer conclusión.	Compara e identifica si los valores son similares o distintos.	Compara, evalúa el grado de coincidencia y escribe una conclusión coherente.	Compara con rigor, identifica fuentes de discrepancia y extrae conclusión fundamentada.

Tabla 9: Rúbrica de evaluación de la actividad **A2** titulada “Los fotogramas de Spider-Man”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Identificación del trabajo en cada viñeta [CE 1.2] 35%	No identifica correctamente ninguna; confusión generalizada entre fuerza y trabajo.	Identifica 1-2 viñetas con justificación incompleta.	Identifica 3 de 4 correctamente con justificación parcial.	Identifica las 4 con justificación física.	Identifica las 4 diferenciando explícitamente las dos razones por las que $W=0$ en viñetas 1 y 2.
Cálculo de W y P en viñeta 3 [CE 3.2] 40%	No calcula o usa fórmulas incorrectas.	Plantea las expresiones con errores graves de sustitución o unidades.	Calcula W o P correctamente pero no los dos, o con error en unidades.	Calcula $W = 17.150 \text{ J}$ y $P \approx 2.144 \text{ W}$ con unidades.	Calcula W y P con unidades e interpreta si la potencia obtenida es razonable para una persona.
Cálculo e interpretación de η en viñeta 4 [CE 1.2, CE 3.2] 25%	No calcula η o usa expresión incorrecta.	Invierte la expresión (E_c/E_u) o comete error grave.	Obtiene $\eta = 70 \%$ con algún error de interpretación.	Calcula $\eta = 70 \%$ e indica que el 30 % restante se disipa.	Calcula $\eta = 70 \%$, identifica que el 30 % se convierte en térmica/sonora y lo vincula a la conservación total.

Tabla 10: Rúbrica de evaluación de la actividad A3 titulada “¿Adónde va la energía?”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Registro y cálculo de ΔE_p [CE 2.1, CE 3.2] 35%	No registra h_1 o no calcula ΔE_p .	Calcula ΔE_p en 1 medición con error grave de sustitución o unidades.	Calcula ΔE_p en las 3 mediciones con algún error menor en unidades.	Calcula $\Delta E_p = mg(h_0 - h_1)$ correctamente con unidades en las 3 mediciones.	Calcula ΔE_p en las 3 mediciones con precisión, obtiene la media y comenta la variabilidad entre rebotes como indicador de error de medida.
Conclusión sobre la transformación energética [CE 2.2, CE 3.1] 35%	Afirma que la energía se destruye o no responde.	Menciona que la energía 'se pierde' sin identificar en qué se convierte.	Identifica que se convierte en calor o sonido, aunque sin precisión.	Explica que la energía mecánica se transforma en térmica y sonora al impactar.	Explica con rigor, cuantifica la energía disipada en cada rebote y la relaciona con los efectos observables (calentamiento del suelo, sonido del impacto).
Diferenciación entre conservación mecánica y total [CE 3.1] 30%	Concluye que la energía se destruye.	Respuesta ambigua respecto a si la energía se destruye.	Afirma que la energía no se destruye sin argumentarlo con los datos.	Argumenta con los datos que la energía mecánica disminuye, pero la energía total se conserva.	Diferencia explícitamente conservación de la energía mecánica (no cumplida con pérdidas) y conservación de la energía total (siempre cumplida), con referencia a los valores calculados.

Tabla 11: Rúbrica de evaluación de la actividad **A4** titulada “El límite del rendimiento”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Calidad del argumento individual en el debate [CE 4.1] 30%	No participa o los argumentos son irrelevantes físicamente.	Participa con afirmaciones sin fundamento físico.	Presenta al menos un argumento físicamente correcto en su turno.	Argumentos correctos y responde a los del compañero con contraargumentos pertinentes.	Argumentación sólida con conceptos del bloque; anticipa objeciones.
Explicación física en la conclusión conjunta [CE 3.1] 35%	La conclusión no menciona conceptos del bloque o es incorrecta.	Conceptos del bloque mencionados de forma imprecisa.	Menciona correctamente al menos un concepto (rozamiento, disipación, conservación).	Explica por qué $\eta < 100\%$ diferenciando conservación total e imposibilidad de eficiencia perfecta.	Diferencia con rigor conservación de la energía total e imposibilidad de $\eta = 100\%$; añade datos cuantitativos.
Conexión con ejemplo cotidiano [CE 5.1] 25%	No incluye ejemplo cotidiano.	Menciona un ejemplo sin relacionarlo con el rendimiento.	Ejemplo cotidiano relevante mencionado.	Conecta el ejemplo con rendimiento e imposibilidad del 100 %.	Cuantifica o estima el rendimiento real del sistema mencionado.
Responsabilidad compartida del producto [CE 4.1] 10%	Solo uno de los dos ha redactado la conclusión o no está firmada.	Firmada pero el contenido refleja solo la postura de uno.	Firmada con contenido equilibrado que recoge ambas posturas.	Firmada; conclusión equilibrada que integra los argumentos de ambos.	Firmada; síntesis original que va más allá de las posturas iniciales con reflexión propia.

Tabla 12: Rúbrica de evaluación de la actividad **B1a** titulada “La canción de Miles Morales”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Corrección conceptual de los contenidos [CE 1.2] 55%	Los conceptos son incorrectos o no pertenecen al bloque.	Incluye conceptos del bloque con errores en la mayoría.	Incluye al menos 4 conceptos correctos.	Incluye 4 o más con corrección total y contexto Spider-Man coherente.	Incluye 4 o más con precisión, diferencia matices (v^2 en Ec, $\eta < 100\%$) y coherencia narrativa.
Coherencia narrativa y estructura [CE 4.1] 30%	Sin coherencia narrativa o sin relación con Spider-Man.	Relación forzada; conceptos insertados sin integración.	Coherencia básica; conceptos integrados de forma reconocible.	Letra fluida en contexto Spider-Man con estructura reconocible.	Composición creativa y original; conceptos integrados de forma natural y sin errores.
Declaración del uso de IA [CE 4.1] 15%	Usa IA sin indicarlo.	Indica uso sin especificar qué partes.	Indica qué aportó la herramienta.	Diferencia claramente la aportación de la IA del trabajo propio.	Reflexiona sobre el uso de IA como apoyo y distingue precisión conceptual (propia) de apoyo formal (IA).

Tabla 13: Rúbrica de evaluación de la actividad **B1b** titulada “Energía mecánica en la naturaleza”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Identificación de tipos y transformaciones [CE 1.1, CE 3.1] 45%	Identifica tipos incorrectos en la mayoría o no identifica transformaciones.	Correcto en 2-3 imágenes con identificación de transformaciones parcial.	Tipo correcto en 4 de 5; transformación identificada en al menos 3.	Tipo y transformación correctos en las 5 imágenes.	Tipo, transformación y energías secundarias identificados en las 5; especifica de qué tipo a qué tipo en cada transformación.
Comparación argumentada de E_c [CE 1.2] 30%	No responde o la selección es aleatoria.	Selecciona un ejemplo sin justificación física.	Selecciona correctamente con alguna justificación.	Argumenta usando masa y velocidad de forma coherente con $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.	Argumenta diferenciando E_c absoluta y relativa a la masa; relaciona con diferencias de escala.
Distinción de tipos de energía mecánica [CE 3.1] 35%	Confunde los tres tipos en la mayoría de las imágenes.	Distingue cinética de potencial, pero confunde gravitatoria y elástica.	Diferencia los tres tipos en al menos 3 imágenes con corrección.	Diferencia correctamente los tres tipos en todas las imágenes.	Diferencia los tipos, justifica la elección del predominante y usa terminología precisa en todos los casos.

Tabla 14: Rúbrica de evaluación de la actividad **B2a** titulada “El salto de la telaraña”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Identificación de los momentos de energía máxima [CE 1.2] [CE 3.1] 35%	No identifica ningún momento o los tres son incorrectos.	Identifica correctamente 1 de los 3 momentos.	Identifica 2 de los 3 momentos correctamente con justificación parcial.	Identifica los 3 momentos correctamente con justificación clara en cada caso.	Identifica los 3 con justificación precisa y añade qué ocurre con las demás formas de energía en cada momento.
Principio de conservación: transformación de Ep elástica en Ep gravitatoria [CE 1.2] [CE 3.1] 35%	No establece ninguna relación entre las dos formas de Ep.	Menciona que hay una relación sin fundamentarla en la conservación.	Establece la equivalencia correctamente, pero sin justificación física explícita.	Concluye que Ep elástica es aproximadamente Ep gravitatoria en el punto más alto y lo justifica con el principio de conservación.	Justifica la equivalencia con el principio de conservación, comenta por qué es aproximada (rozamiento del aire, sonido) y la conecta con la conclusión de A3.
Cadena completa de transformaciones energéticas [CE 3.1] 30%	No dibuja la cadena o las transformaciones son incorrectas.	Dibuja 1-2 pasos correctos.	Dibuja correctamente al menos 3 pasos (Ep elástica, Ec, Ep gravitatoria).	Dibuja la cadena completa incluyendo la energía química muscular como origen.	Dibuja la cadena completa con la disipación al aterrizar (térmica y sonora) y la conecta con un ejemplo real del bloque (telaraña tensada de Spider-Man o arco de Hawkeye).

Tabla 15: Rúbrica de evaluación de la actividad **B2b** titulada “El cuerpo humano como máquina mecánica”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Cálculo de η en las actividades humanas [CE 1.2, CE 3.2] 40%	No calcula η o usa expresión incorrecta.	Plantea $\eta = E_u/E_c$, pero comete errores graves de sustitución.	Calcula η correctamente en al menos 2 de las 3 actividades físicas.	Calcula η correctamente en las 3 actividades con unidades.	Calcula η en las 3 actividades con precisión y añade el valor medio de rendimiento humano.
Comparación con el motor eléctrico [CE 2.2] 30%	No compara o la comparación es incoherente.	Compara los valores sin extraer conclusión.	Identifica que el motor eléctrico es más eficiente.	Cuantifica la diferencia de eficiencia e identifica cuál es más eficiente en cada actividad.	Cuantifica, argumenta por qué el cuerpo tiene menor eficiencia y conecta con la disipación de calor (termorregulación).
Argumentación sobre el destino de la energía no útil [CE 3.1, CE 5.1] 30%	No responde o afirma que la energía desaparece.	Menciona que la energía 'se pierde' sin identificar la transformación.	Identifica que la energía no útil se convierte en calor.	Explica que se disipa como calor, conectándolo con la conservación de la energía total.	Relaciona la baja eficiencia humana con la termorregulación y evalúa sus implicaciones en el consumo de alimentos.

Tabla 16: Rúbrica de evaluación de la actividad **B2c** titulada “Mi mapa de errores”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Clasificación de errores en las tres categorías [CE 4.2] 35%	No clasifica o la clasificación es arbitraria.	Clasifica errores mezclando categorías sin criterio.	Clasifica correctamente la mayoría con alguna imprecisión.	Clasifica todos los errores con criterio coherente.	Clasifica con precisión y detecta errores que pertenecen a más de una categoría.
Identificación del patrón predominante [CE 4.2] 30%	No identifica ningún patrón.	Menciona un tipo de error sin relacionarlo con una tendencia personal.	Identifica el tipo más frecuente con evidencia de la tabla.	Identifica el patrón y lo relaciona con una dificultad de aprendizaje específica.	Identifica el patrón, propone una hipótesis sobre su causa y la conecta con actividades concretas.
Propuesta de mejora concreta [CE 4.2] 35%	Sin propuesta o propuesta vaga e inoperativa.	Mejora genérica ('estudiar más', 'prestar más atención').	Mejora específica relacionada con el tipo de error identificado.	Mejora concreta, realista y aplicable directamente al patrón detectado.	Mejora con plan de acción concreto y fechas para las próximas actividades.

Tabla 17: Rúbrica de evaluación de la actividad **R1** titulada “El expediente energético”.¹

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Exactitud de definiciones y fórmulas [CE 1.2, CE 3.2]	Definiciones incorrectas o fórmulas erróneas en 4 o más conceptos.	Correcto en 2-3 conceptos; errores frecuentes en el resto.	Definiciones y fórmulas correctas en al menos 4 de 6.	Los 6 conceptos: definición correcta en palabras propias y fórmula correcta.	Los 6 con definición precisa (no copiada), fórmula y comentario sobre las variables.
Unidades SI correctas (<i>evalúa solo Ec, Ep, W y P</i>) [CE 3.2]	Unidades incorrectas en 3 o más de los 4 conceptos evaluables.	Unidades correctas en 1-2 de los 4.	Unidades correctas en al menos 3 de 6.	Los 4 conceptos evaluables con unidad SI correcta.	Los 4 con unidad SI correcta y notación adecuada (p.ej., J no j; W no w). Identifica correctamente que η es adimensional.
Pertinencia del ejemplo Spider-Man [CE 4.1]	Sin ejemplos o ejemplos sin relación con el concepto.	Ejemplos para algunos conceptos sin conexión clara.	Ejemplos pertinentes para 2 de los 4 conceptos.	Los 4 conceptos con ejemplo pertinente conectado a la definición.	Los 4 ejemplos son específicos (nombran escena concreta), pertinentes y refuerzan la comprensión del concepto.

¹ Esta rúbrica tiene función exclusivamente orientativa. Los indicadores que contiene no generan calificación numérica ni computan en la nota final del paisaje. Su finalidad es proporcionar al docente una guía de retroalimentación formativa para acompañar al alumno que ha requerido refuerzo conceptual antes de continuar el itinerario.

Tabla 18: Rúbrica de evaluación de la actividad **Amp1** titulada “La eficiencia del plano inclinado”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Medición y cálculo de η en las dos configuraciones [CE 2.1, CE 3.2] 40%	No realiza el procedimiento o no calcula η .	Calcula η en una sola configuración con errores de sustitución o unidades.	Calcula η en las dos configuraciones con algún error menor.	Calcula η correctamente con unidades en las dos configuraciones.	Calcula η en las dos configuraciones con precisión y verifica la coherencia dimensional comparando con el trabajo teórico sin rozamiento.
Identificación de la configuración más eficiente [CE 2.2] 30%	No identifica cuál configuración es más eficiente o es incorrecto.	Identifica la configuración más eficiente sin justificación.	Identifica la configuración más eficiente con referencia a los datos.	Identifica la configuración más eficiente y explica por qué la fuerza de rozamiento cambia con el ángulo.	Explica el mecanismo completo (mayor ángulo $\rightarrow$ menor fuerza normal $\rightarrow$ menor rozamiento $\rightarrow$ mayor η) con referencia a los valores medidos.
Evaluación del compromiso eficiencia vs. Fuerza [CE 4.1] 30%	No evalúa el compromiso o la evaluación es arbitraria.	Menciona que existe un compromiso sin relacionarlo con los datos.	Evalúa qué configuración maximiza η y cuál minimiza F con referencia a los datos.	Evalúa con argumentos físicos claros y concluye que no se pueden maximizar ambas simultáneamente.	Evalúa con rigor, cuantifica la diferencia de η entre configuraciones y argumenta qué criterio priorizaría según el contexto de uso.

Tabla 19: Rúbrica de evaluación de la actividad **Amp2** titulada “La energía que consume Manhattan”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Cálculo de E_p y conversiones de unidades [CE 3.2, CE 1.2] 35%	No calcula E_p o las conversiones son incoherentes.	Calcula E_p con errores graves de sustitución o conversión.	Calcula $E_p \approx 326$ kJ correctamente; conversiones con algún error.	Calcula E_p con unidades y conversiones correctas.	Calcula con precisión, trabaja en notación científica y añade interpretación del valor.
Estimación del número de subidas equivalentes [CE 3.2] 35%	No calcula el número de subidas equivalentes.	Plantea la proporción con errores de conversión de unidades.	Calcula correctamente las subidas equivalentes a 1 MWh.	Calcula correctamente las subidas equivalentes a 1 MWh y el total necesario para igualar el consumo anual de Nueva York.	Calcula con precisión ambas magnitudes y añade una comparación adicional de iniciativa propia.
Reflexión sobre la escala energética [CE 5.1, CE 4.1] 30%	Sin reflexión o no relacionada con los resultados.	Comenta que la escala es grande sin usar los valores calculados.	Relaciona los valores con la idea de que la energía individual es insignificante comparada con la de una ciudad.	Conecta los valores calculados con la importancia del uso colectivo y responsable de la energía.	Reflexión crítica que conecta la escala individual con el consumo civilizatorio e identifica implicaciones para la sostenibilidad.

Anexo V: Rúbricas de evaluación de las actividades del Paisaje de Aprendizaje 2

En este Anexo, se encuentran las rúbricas de evaluación de todas las actividades diseñadas para el Paisaje de Aprendizaje 2.

Tabla 20: Rúbrica de evaluación de la actividad A0 titulada “Misión: Calibrar la armadura”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Identificación de los 3 errores terminológicos [CE 1.1] 35%	No identifica ningún error o señala fragmentos correctos como erróneos.	Identifica 1 de los 3 errores; los otros 2 no se localizan.	Identifica 2 de los 3 errores; el tercero no se localiza o se señala con imprecisión.	Identifica correctamente los 3 errores terminológicos.	Identifica los 3 errores y justifica en cada caso qué término debería emplearse y por qué.
Reformulación con terminología científica correcta [CE 3.2] 40%	No reescribe las frases o reproduce el error original.	Reescribe 1 de las 3 frases con el término correcto; las otras 2 mantienen el error.	Reescribe 2 frases correctamente; la tercera es parcial o imprecisa.	Reescribe las 3 frases empleando calor y temperatura de forma científicamente correcta.	Reescribe las 3 frases con precisión e incorpora el contexto físico que justifica cada sustitución.
Distinción calor-temperatura en la pregunta de cierre [CE 1.1] 25%	No responde o no establece distinción alguna entre ambos conceptos.	Establece una diferencia vaga basada en el lenguaje cotidiano, sin contenido científico.	Asocia temperatura a una medida, pero no define calor como proceso de transferencia.	Distingue correctamente: temperatura como magnitud de estado, calor como energía en tránsito.	Distingue con precisión y aplica la distinción a un ejemplo concreto del informe de Stark.

Tabla 21: Rúbrica de evaluación de la actividad **A1** titulada “La temperatura de combate”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Planteamiento de $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ y despeje de ΔT [CE 1.2] 30%	No plantea la expresión o la expresión planteada es completamente errónea.	Identifica la fórmula, pero comete errores graves en la identificación de variables (p. ej., invierte c y m).	Despeja ΔT correctamente, pero con error en la identificación de alguna variable.	Despeja ΔT con corrección e identifica todas las variables con sus valores.	Despeja ΔT con pasos explícitos, identifica todas las variables y anticipa el sentido del resultado.
Sustitución numérica y uso de unidades en cada paso [CE 3.2] 30%	No sustituye valores o lo hace de forma incoherente con la expresión planteada.	Sustituye parcialmente; faltan valores o las unidades son incorrectas o ausentes.	Sustituye correctamente, pero omite unidades en algún paso intermedio.	Sustituye todos los valores con unidades correctas en cada paso del desarrollo.	Sustituye con precisión, mantiene coherencia dimensional y verifica el orden de magnitud del resultado.
Resultados numéricos ΔT y T_{final} e interpretación del resultado respecto al protocolo [CE 1.2] 40%	No obtiene resultados numéricos o estos son incoherentes con el fenómeno, omitiendo cualquier vinculación con el protocolo de seguridad.	Obtiene de forma incompleta o errónea los valores de ΔT o T_{final} , o bien menciona la existencia de un problema en el sistema de manera intuitiva, pero sin relacionarlo con los datos numéricos.	Obtiene $\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $T_{\text{final}} = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero no los dos correctamente. Compara la temperatura final con el límite de $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin justificación cualitativa completa.	Obtiene $\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $T_{\text{final}} = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ correctamente y concluye razonadamente que no se respeta el protocolo porque $75\text{ }^{\circ}\text{C} > 45\text{ }^{\circ}\text{C}$	Determina con exactitud los resultados matemáticos acompañados de su significado físico, cuantifica con rigor la desviación respecto al límite establecido y evalúa críticamente la gravedad del incumplimiento del protocolo.

Tabla 22: Rúbrica de evaluación de la actividad **A2** titulada “El mapa térmico de la armadura”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Sentido de las flechas de transferencia de calor [CE 2.1] 35%	No dibuja flechas o el sentido de todas es incorrecto (de menor a mayor temperatura).	El sentido es correcto en menos de la mitad de las flechas.	El sentido es correcto en 3 de las 4 transiciones; alguna flecha es errónea o falta.	El sentido de las 4 transiciones es correcto ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ y $A, B \rightarrow D$).	Las flechas son correctas y el alumno añade una nota que explica el principio que rige el sentido del flujo.
Identificación y justificación de la zona que alcanza antes el equilibrio [CE 1.1] 35%	No identifica ninguna zona o la identificación carece de justificación.	Identifica la zona C, pero la justificación no menciona la diferencia de temperatura con el exterior.	Identifica la zona C y menciona la diferencia de temperatura, pero sin cuantificarla.	Identifica la zona C, cuantifica la diferencia ($80-35 = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$) y la compara con las de las otras zonas.	La identificación es precisa, cuantifica todas las diferencias y argumenta el razonamiento de forma explícita.
Uso de los términos calor, temperatura y equilibrio térmico [CE 3.2] 30%	No emplea los términos o los usa de forma intercambiable y errónea.	Emplea alguno de los tres términos correctamente; los otros se usan con imprecisión.	Emplea correctamente al menos dos de los tres términos; el tercero aparece con alguna imprecisión.	Emplea los tres términos de forma científicamente correcta y diferenciada.	Usa los tres términos con precisión e integra la distinción calor-temperatura en el argumento de forma explícita.

Tabla 23: Rúbrica de evaluación de la actividad **A3** titulada “Equilibrio térmico en el laboratorio”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Toma y registro correcto de datos experimentales [CE 2.1] [CE 3.3] 30%	No registra datos o los valores son físicamente imposibles (p. ej., $T_{mezcla} > T_c$).	Registra solo algunos valores; falta $T_{teórica}$ o el error relativo.	Registra todos los valores, pero comete un error en el cálculo de $T_{teórica}$ o del error relativo.	Registra los 4 valores y calcula $T_{teórica}$ y el error relativo sin errores.	Registra todos los valores con precisión e interpreta el significado del error relativo obtenido.
Identificación de fuentes de error concretas del procedimiento [CE 2.3] 25%	No identifica fuentes de error o las menciona de forma genérica («hubo errores»).	Identifica 1 fuente de error de forma vaga, sin relacionarla con el procedimiento.	Identifica 2 fuentes de error concretas, aunque la justificación de una es superficial.	Identifica al menos 2 fuentes de error concretas y las relaciona con el procedimiento experimental.	Identifica 2 o más fuentes de error, las relaciona con el procedimiento y estima cualitativamente su impacto.
Conclusión sobre la validez del modelo simplificado [CE 2.3] 30%	No responde o la conclusión contradice los datos obtenidos.	Evalúa el modelo sin relacionar la conclusión con los valores numéricos del experimento.	Evalúa la validez del modelo con referencia a los datos, pero la argumentación es incompleta.	Evalúa correctamente la validez del modelo y la justifica con referencia al error relativo obtenido.	Evalúa el modelo con rigor, comenta el rango de aceptabilidad del error y lo relaciona con aplicaciones reales.
Distribución y coordinación de roles en la recogida de datos [CE 5.1] 15%	Un miembro realiza toda la actividad; el otro permanece pasivo.	Participación desequilibrada; solo un miembro mide o solo un miembro registra.	Ambos participan, pero los roles no están claramente definidos o hay momentos de descoordinación.	Los roles de medición y registro están distribuidos y ambos miembros contribuyen activamente.	La coordinación es eficiente y equilibrada; mejora visible en la calidad de los datos obtenidos.

Tabla 24: Rúbrica de evaluación de la actividad **A4** titulada “El debate del rendimiento”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Comparación entre el rendimiento mecánico y el térmico [CE 1.1] 40%	No identifica ni similitudes ni diferencias, o las propuestas son incorrectas o contradicen los conceptos del bloque	Identifica que en ambos casos hay pérdidas de energía, pero no precisa que toman la forma de calor cedido al entorno, ni distingue la causa en cada paisaje.	Identifica la similitud (ambos sistemas ceden calor al entorno, rendimiento < 100 %) y señala que la causa es diferente, sin argumentar por qué.	Distingue con precisión: misma consecuencia (calor disipado), distinta causa (rozamiento en P1; flujo térmico inevitable por diferencia de temperatura en P2).	Apoya la comparación con evidencia concreta de ambos paisajes y sintetiza por qué la limitación térmica es de naturaleza diferente a la mecánica.
Coherencia interna de la conclusión conjunta [CE 1.3] [CE 5.1] 35%	La conclusión es incoherente internamente o contradice el debate previo.	La conclusión es coherente pero no integra los argumentos de ambas posturas del debate.	La conclusión integra ambas posturas, pero de forma yuxtapuesta, sin síntesis real.	La conclusión integra los argumentos de ambas posturas en una síntesis científicamente coherente.	La conclusión es precisa, integradora y añade un elemento argumentativo no presente en las fases previas.
Corrección en el uso de la terminología científica [CE 3.2] 25%	El vocabulario empleado es erróneo o los términos clave no aparecen.	Algún término clave aparece, pero con uso incorrecto o confuso.	Los términos calor disipado y rendimiento aparecen con alguna imprecisión conceptual.	Los términos calor disipado y rendimiento se emplean de forma correcta y precisa.	El uso terminológico es impecable y conecta el resultado con la idea de que la energía se degrada de forma irreversible en cada transformación.

Tabla 25: Rúbrica de evaluación de la actividad **B1a** titulada “La sinfonía del cambio de fase”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Presencia del concepto de calor latente [CE 1.1] 30%	No menciona el calor latente o lo confunde con otro concepto.	Menciona el calor latente de forma superficial, sin definirlo ni integrarlo.	Menciona el calor latente y lo asocia al cambio de estado, pero la explicación es incompleta.	Explica implícitamente que el calor latente es la energía absorbida para romper enlaces sin elevar la temperatura.	El concepto está integrado con precisión y con referencia explícita al plano molecular.
Explicación de la invarianza de temperatura durante la fusión [CE 1.1] 30%	No aborda por qué la temperatura no sube o da una explicación contradictoria.	Menciona que la temperatura no sube, pero no explica adónde va la energía.	Menciona que la energía se emplea en romper enlaces, pero la explicación es vaga.	Explica que la energía suministrada rompe enlaces entre partículas y no aumenta su energía cinética.	Vincula energía cinética con temperatura y energía potencial con calor latente; explicación precisa y rica.
Coherencia científica global del contenido de la letra [CE 1.1] 30%	El contenido científico contiene errores graves que distorsionan la comprensión del fenómeno.	El contenido es mayoritariamente incorrecto o confuso; los errores son relevantes.	El contenido es globalmente correcto, pero incluye alguna imprecisión o simplificación excesiva.	El contenido científico es correcto en su totalidad; la calidad literaria es independiente de este criterio.	El contenido es correcto y conceptualmente rico; la letra transmite el fenómeno de forma precisa e imaginativa.
Gestión transparente del uso de IA [CE 4.2] 10%	No se indica el uso de IA cuando el contenido sugiere claramente que sí se empleó.	Se indica el uso de IA, pero no queda claro si afectó al contenido científico o solo a la rima.	Se indica el uso de IA para la rima; la autoría del contenido científico no está del todo clara.	Se indica el uso de IA para la rima y el contenido científico es claramente propio del alumno.	El uso de IA está declarado con precisión; el contenido muestra comprensión científica autónoma.

Tabla 26: Rúbrica de evaluación de la actividad **B1b** titulada " Mapa mental del bloque"

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Presencia y corrección de los 7 conceptos como ramas principales. [CE 1.1] 35%	Menos de 4 conceptos, o definiciones totalmente incorrectas, confusas o plagiadas.	4 o 5 conceptos con definiciones escasas, errores teóricos o copia literal de apuntes.	6 o 7 conceptos con imprecisiones leves, explicaciones simplificadas o falta de fórmulas/unidades.	7 conceptos con definiciones correctas, admitiendo la falta puntual de alguna fórmula o unidad.	7 conceptos con definición precisa, fórmula/unidad y un aporte original propio.
Conexiones entre conceptos a través de subramas. [CE 1.1] 30%	Ausencia total de subramas de conexión o todas las planteadas son científicamente erróneas.	Solo 1 o 2 conexiones vagamente planteadas que no establecen una relación científica real.	La mayoría tiene subramas, pero algunas son superficiales, imprecisas o meras repeticiones de la definición sin conectar nada.	Todos los conceptos tienen al menos una subrama de conexión con base científica real hacia otro concepto del mapa.	Subramas precisas que integran el bloque como un sistema; incluye al menos una conexión compleja u original de razonamiento propio.
Ejemplos concretos de la armadura de Iron Man. [CE 1.1] 20%	Sin ejemplos, o los que hay no guardan relación con la armadura ni con el universo de Iron Man	Solo 1 ejemplo, de forma superficial o sin anclar a ningún concepto específico.	2 ejemplos presentes, pero uno es vago o está mal asociado al concepto físico.	Al menos 2 ejemplos de la armadura correctamente vinculados e ilustrativos.	2 o más ejemplos bien fundamentados; al menos uno de ellos integra de forma brillante la narrativa y la ciencia al cruzarse con una subrama de conexión.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Claridad y organización visual del mapa. [CE 3.1] 15%	Mapa incomprensible, caótico, sin estructura radial y con ramas superpuestas.	Estructura radial existente pero confusa; las ramas principales y las subramas no se diferencian visualmente.	Organización legible pero mejorable; la jerarquía a veces se confunde o el espacio está mal aprovechado.	Presentación visual limpia con jerarquía radial visible y clara distinción entre ramas principales y secundarias.	La organización es ejemplar: el diseño del espacio, grosores o colores potencia la jerarquía y la lectura fluida del sistema de ideas.

Tabla 27: Rúbrica de evaluación de la actividad **B2a** titulada “El mix energético de Stark Industries”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Lectura e interpretación de las dos tablas [CE 3.1] 30%	No extrae datos correctos de ninguna de las dos tablas.	Lee una tabla correctamente; comete errores graves en la otra.	Lee ambas tablas correctamente pero no pone los datos en relación.	Relaciona los datos de ambas tablas e identifica la discrepancia principal.	Identifica todas las discrepancias relevantes, las ordena por magnitud y las comenta.
Explicación de la discrepancia [CE 1.1] 40%	No responde o la explicación es incoherente con los datos.	Menciona que "la solar solo funciona de día" sin conectarlo con los conceptos de energía o potencia.	Explica la discrepancia usando la disponibilidad del recurso, aunque sin precisión conceptual.	Explica correctamente que la diferencia entre potencia instalada y generación real depende de las horas de funcionamiento efectivo de cada tecnología.	Explicación precisa usando $E = P \cdot t$, demostrando que la energía total depende de la potencia instalada y del tiempo de funcionamiento.
Respuesta a la pregunta de cierre [CE 1.3] 30%	No responde o la respuesta no tiene relación con el contexto ni con los datos.	Responde de forma genérica sin conectar con los datos de la tabla.	Conecta la respuesta con la idea de continuidad del suministro, aunque de forma superficial.	Justifica que un reactor que opera de forma continua proporciona energía independientemente de las condiciones externas, lo que lo hace más fiable como fuente base.	Integra los datos, la idea de fiabilidad y una valoración de los compromisos entre fuentes continuas y renovables intermitentes.

Tabla 28: Rúbrica de evaluación de la actividad **B2b** titulada “La huella de carbono de Stark Industries”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Lectura del gráfico mensual [CE 3.1] 30%	No extrae datos correctos o confunde el factor de emisión con las emisiones totales.	Identifica uno de los dos meses clave (el mayor o el menor) pero comete error en el otro.	Identifica correctamente los meses de mayor y menor factor de emisión.	Identifica los meses clave y aproxima el valor del factor de emisión en cada caso.	Identifica los meses clave con sus valores, describe la tendencia estacional del conjunto del año y señala si hay meses de transición relevantes.
Explicación de la variación estacional [CE 1.3] 35%	No explica la variación o la explicación es incoherente con los datos.	Menciona que en verano hay más sol sin conectarlo con el mix de generación ni con las emisiones.	Relaciona la variación del factor de emisión con cambios en el mix de generación entre estaciones.	Explica que un mayor peso de las renovables en el mix corresponde a un menor factor de emisión.	La explicación es precisa y añade un matiz relevante como el papel de la hidráulica en primavera o del ciclo combinado en los picos de demanda invernal.
Recomendación argumentada para Stark Industries [CE 6.2] 35%	No incluye recomendación o esta no tiene relación con los datos del gráfico.	Propone una medida genérica sin fundamentarla en los datos.	Propone una medida concreta relacionada con los datos, como concentrar el consumo intensivo en los meses de menor factor de emisión.	La recomendación es concreta, se fundamenta en los datos y tiene en cuenta la escala de un consumidor industrial.	La recomendación integra varias medidas complementarias, las prioriza según los datos y reconoce sus limitaciones, por ejemplo, que no siempre es posible concentrar el consumo en los meses de menor emisión.

Tabla 29: Rúbrica de evaluación de la actividad **B2c** titulada “El diario de Tony”.

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Honestidad y precisión de la autoevaluación [CE 2.3] 35%	No completa la rúbrica o asigna puntuación máxima a todos los criterios sin justificación.	La puntuación es claramente inconsistente con la calidad de la resolución analizada.	La puntuación es globalmente ajustada pero algún criterio está sobrevalorado o infravalorado.	La puntuación es coherente con la calidad real de la resolución en todos los criterios.	La autoevaluación es honesta, precisa y matizada; detecta errores que podrían pasar desapercibidos.
Propuesta de corrección concreta por criterio no máximo [CE 2.3] 35%	No incluye propuestas o estas son genéricas («lo haría mejor») para todos los criterios.	Incluye propuestas vagas para 1 criterio; los demás carecen de propuesta específica.	Incluye propuestas concretas para algunos criterios no máximos; otros carecen de propuesta o esta es vaga.	Incluye propuestas concretas y viables para todos los criterios que no alcanzan la puntuación máxima.	Las propuestas son concretas, viables y evidencian comprensión de la causa de cada error cometido.
Coherencia entre puntuación y calidad real de la resolución [CE 2.3] 30%	La coherencia es nula; la puntuación no tiene relación con la resolución analizada.	Hay discrepancias significativas en más de la mitad de los criterios.	La coherencia es general, con alguna discrepancia menor entre la puntuación y la calidad real.	La coherencia es alta: la puntuación refleja fielmente la calidad de la resolución analizada.	La coherencia es total y la explicación evidencia reflexión metacognitiva sobre el propio proceso de aprendizaje.

Tabla 30: Rúbrica de evaluación de la actividad **R1** titulada “El glosario de la armadura”.²

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Corrección y expresión propia de las 5 definiciones [CE 1.1]	Ninguna definición es correcta o todas son copias literales de los apuntes.	1 o 2 definiciones son correctas y propias; las demás son incorrectas o copias literales.	3 o 4 definiciones son correctas y expresadas con palabras propias; alguna es imprecisa.	Las 5 definiciones son correctas y están expresadas con palabras propias del alumno.	Las 5 definiciones son precisas, propias y muestran comprensión profunda de cada concepto.
Uso correcto de las unidades del SI [CE 3.2]	No incluye unidades o todas las unidades incluidas son incorrectas.	Incluye unidades para 1 o 2 términos; las demás están ausentes o son incorrectas.	Las unidades son correctas para la mayoría de los términos; hay alguna ausencia o error puntual.	Las unidades son correctas en todos los campos donde corresponde.	Las unidades son perfectas; el alumno distingue correctamente términos con unidades de los que no las tienen.

² Esta rúbrica tiene función exclusivamente orientativa. Los indicadores que contiene no generan calificación numérica ni computan en la nota final del paisaje. Su finalidad es proporcionar al docente una guía de retroalimentación formativa para acompañar al alumno que ha requerido refuerzo conceptual antes de continuar el itinerario.

Tabla 31: Rúbrica de evaluación de la actividad **Amp1** titulada "Temperatura constante: la prueba del hielo".

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Rigor en la toma de datos y registro de observaciones [CE 2.1, CE 3.3] 35%	No registra datos o los valores registrados son físicamente incoherentes con el procedimiento descrito.	Registra solo algunos valores de temperatura; las observaciones del aspecto de la mezcla están ausentes.	Registra los 6 valores de temperatura en el rango correcto, pero las observaciones son escasas o inconsistentes.	Registra los 6 valores de temperatura en torno a 0 °C y describe el aspecto de la mezcla en cada medida.	El registro es preciso, coherente e incluye observaciones detalladas sobre la evolución de la proporción hielo/agua.
Descripción de la evolución del aspecto de la mezcla [CE 2.1] 30%	No incluye observaciones del aspecto o estas son genéricas e inútiles.	Las observaciones están presentes, pero no reflejan la evolución de la mezcla.	Las observaciones describen la evolución, aunque con poca precisión en las transiciones.	Las observaciones describen coherentemente la evolución de la mezcla a lo largo del experimento.	Las observaciones son detalladas y evidencian capacidad para inferir el estado físico del agua a partir de lo observado.
Conclusión sobre el calor latente de fusión [CE 2.3] 35%	No responde o la conclusión contradice los datos registrados.	Menciona que la temperatura no varía, pero no explica por qué.	Relaciona la temperatura constante con el cambio de fase, pero no menciona el calor latente explícitamente.	Explica que la temperatura se mantiene constante porque la energía se emplea como calor latente para fundir el hielo.	La conclusión es precisa y conecta la observación con el concepto de calor latente.

Tabla 32: Rúbrica de evaluación de la actividad **Amp2** titulada "El rendimiento del Reactor Arc".

Indicador de logro / Criterio de evaluación	No aceptable	Insuficiente	Suficiente	Competente	Excelente
Cálculo del rendimiento real (η_{real}) [CE 1.2] 25%	No realiza el cálculo o plantea una expresión completamente errónea.	Usa la expresión correcta, pero comete un error grave en la sustitución (p. ej., invierte W y Q_c).	Plantea y sustituye correctamente pero el resultado final contiene un error de cálculo.	Calcula correctamente $\eta_{\text{real}} = 35\%$ con la expresión y la sustitución explícitas.	Calcula $\eta_{\text{real}} = 35\%$ con rigor, interpreta el significado del valor y lo expresa con unidades porcentuales correctas.
Cálculo del rendimiento de Carnot (η_{Carnot}) [CE 1.2] 25%	No realiza el cálculo o plantea una expresión completamente errónea.	Usa la expresión correcta, pero comete un error grave (p. ej., usa temperaturas en $^{\circ}\text{C}$ en vez de K).	Plantea y sustituye correctamente pero el resultado final contiene un error de cálculo.	Calcula correctamente $\eta_{\text{Carnot}} = 62,5\%$ con la expresión y las unidades adecuadas.	Calcula $\eta_{\text{Carnot}} = 62,5\%$ con rigor y justifica por qué las temperaturas deben expresarse en kelvin.
Comparación cuantitativa de ambos rendimientos [CE 1.2] 25%	No compara los dos valores o la comparación es aritméticamente incorrecta.	Compara los valores, pero no cuantifica la diferencia.	Cuantifica la diferencia, pero la interpretación es superficial.	Cuantifica correctamente la diferencia y concluye que el rendimiento real siempre es inferior al límite de Carnot.	La comparación es precisa y el alumno reflexiona sobre el significado de operar muy por debajo del límite teórico.
Interpretación cualitativa del límite de Carnot y el calor disipado [CE 1.1] 25%	No responde o la interpretación contradice los principios de la termodinámica.	Menciona que hay calor disipado, pero no lo relaciona con la imposibilidad de alcanzar el límite de Carnot.	Relaciona el calor disipado con el rendimiento, pero no explica la compatibilidad con la conservación de la energía.	Explica que el rendimiento real es inferior al de Carnot por pérdidas irreversibles, sin contradecir la conservación de energía.	La interpretación es precisa y matizada; conecta el límite de Carnot con la irreversibilidad real y lo aplica a la armadura.

Anexo VI: Cromos y pasaporte de los paisajes de aprendizaje

En este Anexo, se encuentran los cromos que se entregan a cada alumno cuando completan las actividades descritas en el resto de las secciones de manera satisfactoria. Al final se incluyen las páginas del pasaporte que vertebra ambos paisajes de aprendizaje.

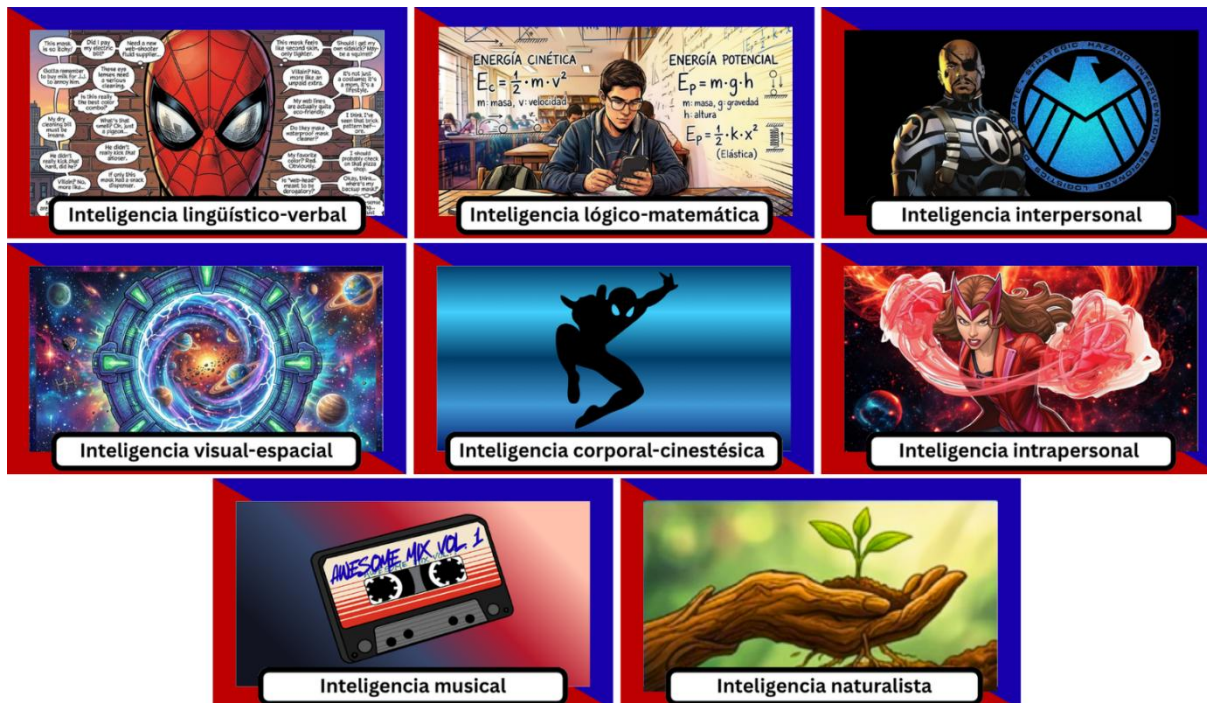


Figura 43: Compilación de cromos como insignias para el Paisaje de Aprendizaje 1 centrado en la energía. Diseñados con apoyo de herramientas de IA y en Canva.

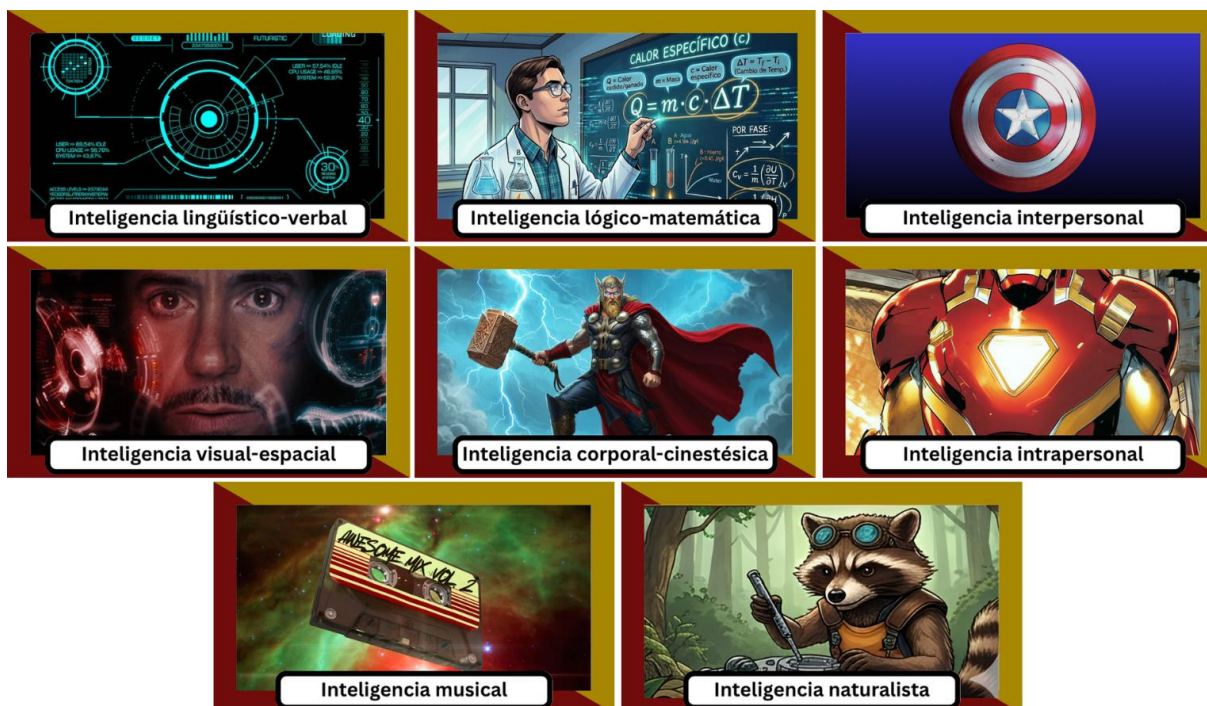


Figura 44: Compilación de cromos como insignias para el Paisaje de Aprendizaje 1 centrado en la energía. Diseñados con apoyo de herramientas de IA y en Canva.

EXPEDIENTE S.H.I.E.L.D.

ENERGÍA Y CALOR - 4º ESO



AGENTE: _____

GRUPO: ____ **CURSO ACADÉMICO:** ____

Un gran poder conlleva una gran
responsabilidad

MISIÓN: ENERGÍA

La Tierra necesita personas que entiendan la energía. No como un dato que memorizar, sino como una herramienta para comprender el mundo y tomar decisiones sobre él.

- En el Acto I viajarás con Peter Parker para entender el movimiento.
- En el Acto II entrarás al taller de Tony Stark para dominar los límites del calor.

Al final del camino, descubrirás el verdadero secreto de los Vengadores: el poder no reside en la fuerza bruta ni en la tecnología, sino en el control de las leyes que gobiernan el universo. Ahora la física está de tu parte. La responsabilidad de usarla para cambiar el planeta es tuya.

En marcha, agente.

ACCESO ACTO I

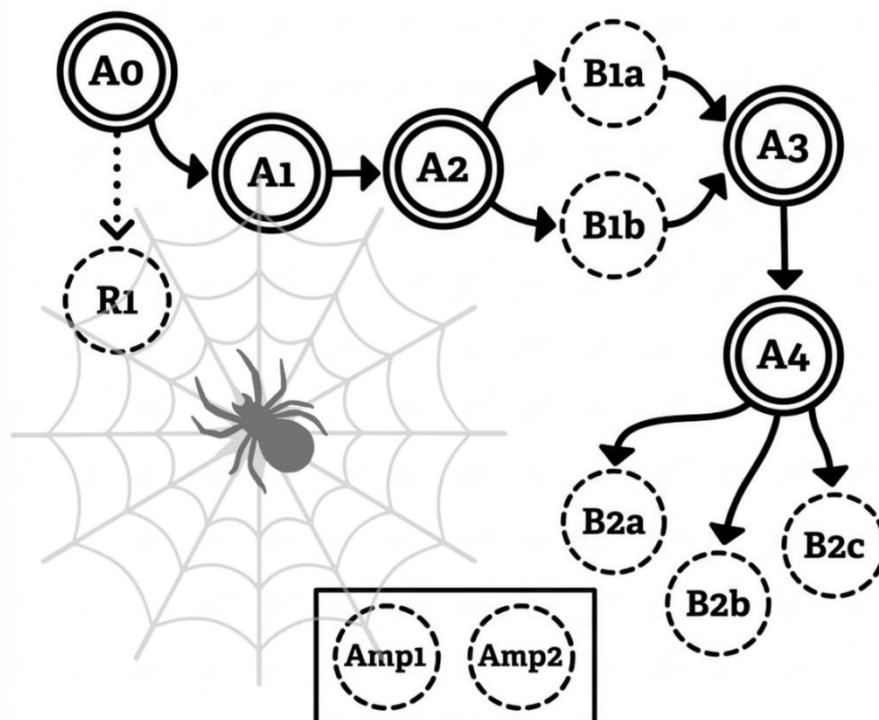


ACCESO ACTO II



ACTO I: EL PODER DE PARKER

COMPLETA CADA ACTIVIDAD Y PIDE A TU PROFESOR QUE SELLE EL NODO CORRESPONDIENTE.

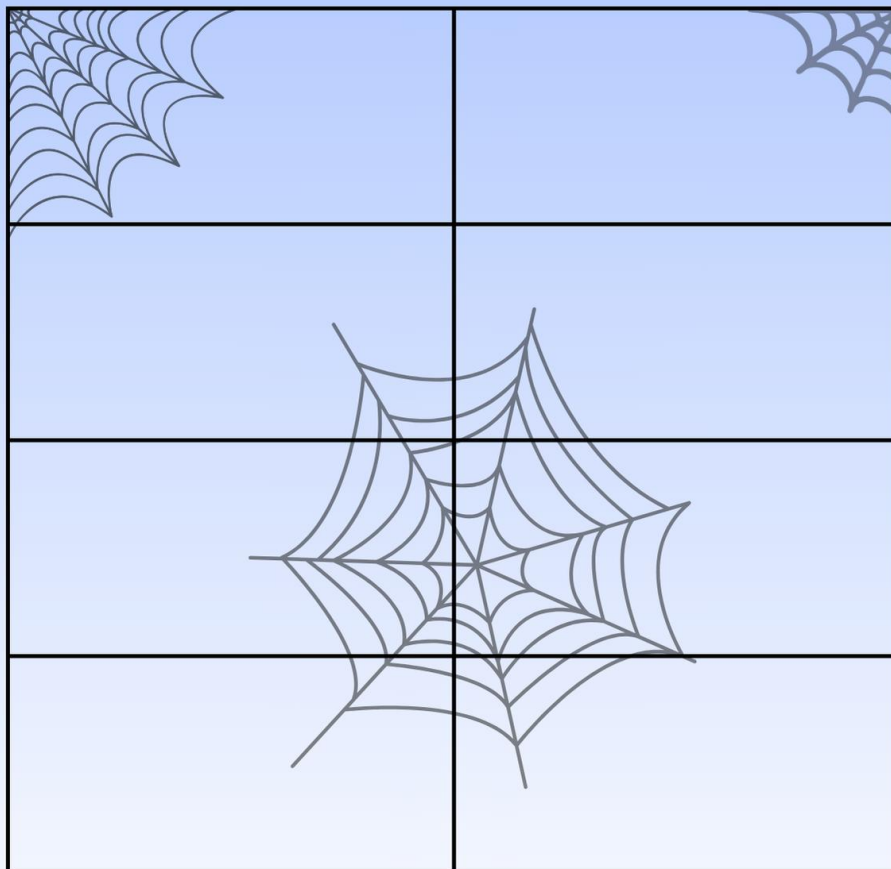


Las actividades obligatorias deben completarse antes de avanzar al Acto II. En cada bifurcación elige al menos una optativa.

ÁLBUM DE CROMOS

PAISAJE DE APRENDIZAJE 1

TU PROFESOR TE ENTREGARÁ UN CROMO AL VALIDAR CIERTAS ACTIVIDADES. PÉGALO EN EL ESPACIO CORRESPONDIENTE.



PUNTO DE CONTROL

Antes de seguir, dedica 5 minutos a responder estas preguntas:

¿QUÉ CONCEPTO DEL ACTO I TE HA COSTADO MÁS ENTENDER? ¿POR QUÉ?

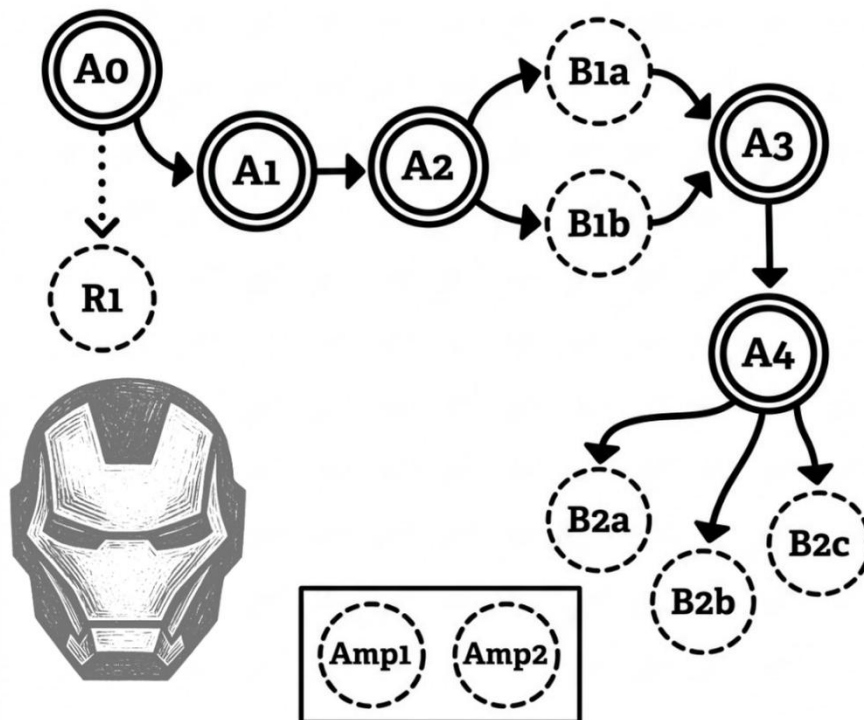
¿HUBO ALGÚN MOMENTO EN EL QUE SENTISTE QUE ALGO "ENCAJABA"?

SI PUDIERAS CAMBIAR ALGO DE CÓMO HAS TRABAJADO HASTA AQUÍ...

Esta página no se evalúa. Es solo para ti, y para ayudar a mejorar la propuesta

ACTO II: LA ARMADURA DE STARK

COMPLETA CADA ACTIVIDAD Y PIDE A TU PROFESOR QUE SELLE EL NODO CORRESPONDIENTE.

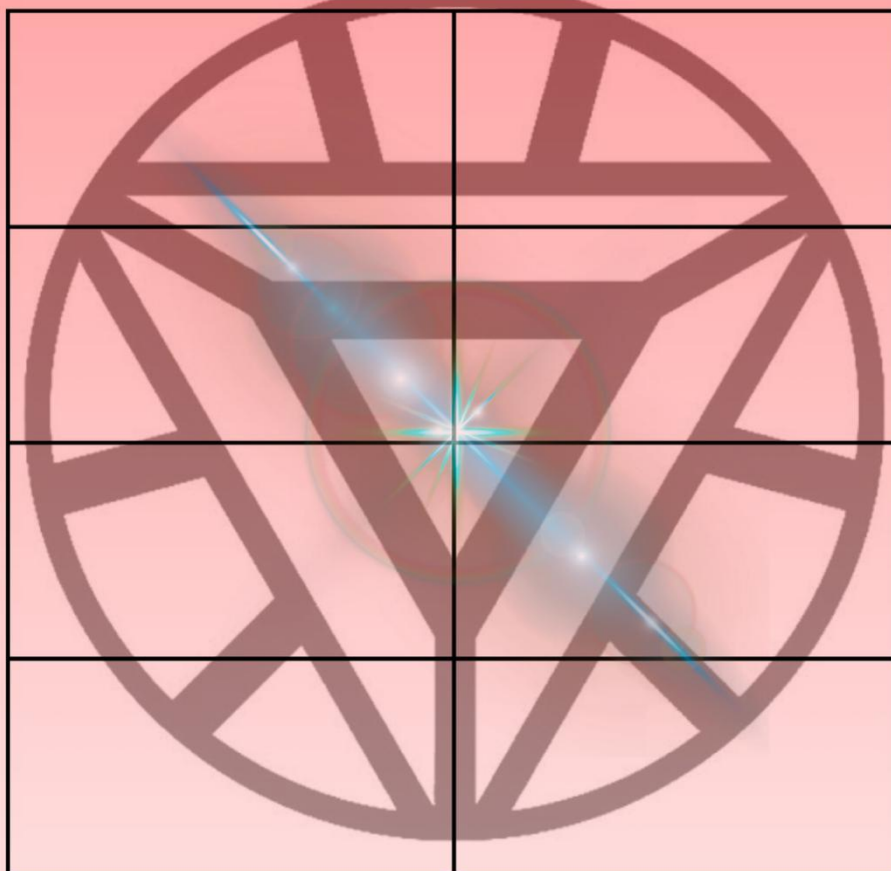


Las actividades obligatorias deben completarse antes de finalizar el Acto II. En cada bifurcación elige al menos una optativa.

ÁLBUM DE CROMOS

PAISAJE DE APRENDIZAJE 2

TU PROFESOR TE ENTREGARÁ UN CROMO AL VALIDAR CIERTAS ACTIVIDADES. PÉGALO EN EL ESPACIO CORRESPONDIENTE.



¿QUÉ SE AHORA?

Lee cada afirmación y marca tu nivel de acuerdo:

1(No del todo) 2(alguna duda) 3(bastante bien) 4(con seguridad)

1. Sé por qué no todo esfuerzo es trabajo mecánico y puedo dar un ejemplo.

1 2 3 4

2. Entiendo cuándo se conserva la energía mecánica y qué papel juega el rozamiento.

1 2 3 4

3. Distingo entre calor y temperatura y puedo ilustrarlo con un ejemplo.

1 2 3 4

4. Sé predecir cómo y hacia dónde fluye el calor entre dos cuerpos.

1 2 3 4

5. Relaciono el consumo energético con decisiones cotidianas y sus consecuencias.

1 2 3 4



LA ENERGÍA NO SE CREA NI SE DESTRUYE. TAMPOCO LAS DECISIONES QUE TOMAMOS CON ELLA.



Anexo VII: Instrumentos del protocolo CIMA

Este anexo recoge el contenido operativo de los instrumentos referidos en el apartado 7 (Validación): el diario de observación de la fase de implementación, el instrumento ADIP/ADIF de la fase de evaluación del aprendizaje para cada paisaje, la plantilla de evaluación del propio ciclo, y el cuestionario de valoración de la experiencia empleado en la prueba de viabilidad.

VII.1. Diario de observación (Fase 3. Implementación)

Plantilla común para ambos paisajes, cumplimentada por el docente durante el desarrollo de las sesiones. Una fila por nodo del recorrido, incluyendo los itinerarios optativos: si una fila optativa queda vacía, ello constituye en sí mismo un dato sobre qué itinerarios elige el alumnado cuando dispone de libertad de elección.

Tabla 33: Diario de observación a completar por el docente.

Nodo	Tiempo previsto	Tiempo real	Participación	Incidencias
A0				
R1 (opt.)				
A1				
A2				
B1a o B1b				
A3				
A4				
B2a/b/c				
Amp1/Amp2 (opt.)				

VII.2. Instrumento ADIP/ADIF (Fase 4. Evaluación del aprendizaje)

Instrumento de dos componentes, administrado antes de A0 (ADIP) y después de A4 (ADIF) mediante un mismo formulario de Google Forms en ambos momentos.

PAISAJE 1 (SPIDER-MAN, ENERGÍA MECÁNICA). COMPONENTE DE AUTOOPERCEPCIÓN

Escala Likert de 1 a 4 (1: no del todo; 2: alguna duda; 3: bastante bien; 4: con seguridad).

Tabla 34: Escala Likert ofrecida a los alumnos para comprobar su percepción.

Afirmación	1 2 3 4
1. Sé diferenciar el trabajo cotidiano del trabajo mecánico y puedo dar un ejemplo.	
2. Identifico cuándo un cuerpo tiene energía cinética y cuándo energía potencial, y cómo se transforman entre sí.	
3. Entiendo cuándo se conserva la energía mecánica y qué papel juega el rozamiento.	
4. Sé qué es la potencia y la diferencia de la energía.	
5. Entiendo por qué el rendimiento de una máquina no puede ser del 100%.	

PAISAJE 1. COMPONENTE DE DESEMPEÑO

Respuesta cerrada breve con justificación, corregida en tres niveles: incorrecta, parcial, correcta y justificada.

P1 (dificultad: trabajo cotidiano $\neq$ trabajo mecánico)

“Spider-Man sostiene un coche en alto durante 10 segundos sin moverlo, y después lo desplaza 5 metros empujándolo. ¿En cuál de las dos situaciones realiza trabajo mecánico? Justifica tu respuesta.”

- **Incorrecta:** afirma que, en ambas, o en ninguna, sin justificación física.
- **Parcial:** identifica la situación correcta, pero sin mencionar el desplazamiento como condición.
- **Correcta y justificada:** identifica el desplazamiento como condición necesaria y lo explica.

P2 (dificultad: fuerza $\neq$ energía)

“Una telaraña sostiene a Spider-Man inmóvil en el aire. ¿El hecho de que la telaraña ejerza una fuerza sobre él significa que le está transmitiendo energía? Explica por qué.”

- **Incorrecta:** confunde fuerza aplicada con energía transferida.
- **Parcial:** identifica que no hay transferencia, pero no explica la condición de desplazamiento o trabajo nulo.
- **Correcta y justificada:** explica que sin desplazamiento en la dirección de la fuerza no hay trabajo ni transferencia de energía.

P3 (dificultad: “la energía desaparece” con rozamiento)

“Spider-Man se desliza por una cornisa y se detiene por el rozamiento con la pared. ¿Dónde ha ido la energía cinética que tenía al empezar a deslizarse? ¿Se ha destruido?”

- **Incorrecta:** afirma que la energía desaparece o se pierde sin más.
- **Parcial:** menciona el calor o el rozamiento, pero sin conectar con conservación de la energía.
- **Correcta y justificada:** explica la transformación en energía térmica o calor disipado, conectándolo con el principio de conservación.

PAISAJE 2 (IRON MAN, TERMODINÁMICA). COMPONENTE DE AUTOOPERCEPCIÓN

Misma escala 1-4, formulario independiente por tratarse de un bloque distinto.

Tabla 35: Escala Likert ofrecida a los alumnos para comprobar su percepción sobre conceptos del paisaje 2.

Afirmación	1	2	3	4
1. Distingo entre calor y temperatura y puedo ilustrarlo con un ejemplo.				
2. Sé predecir cómo y hacia dónde fluye el calor entre dos cuerpos en contacto.				
3. Entiendo qué significa el calor específico de una sustancia y por qué varía entre materiales.				
4. Diferencio el calor sensible (que cambia la temperatura) del calor latente (que cambia de estado).				

PAISAJE 2. COMPONENTE DE DESEMPEÑO

P1 (dificultad: calor $\neq$ temperatura)

“Una cuchara metálica y una de madera llevan horas en la misma habitación, a la misma temperatura. Al tocarlas, la metálica parece más fría. ¿Significa esto que está realmente a menor temperatura? Explica qué está ocurriendo.”

- **Incorrecta:** afirma que la cuchara metálica está más fría en sentido literal de temperatura.
- **Parcial:** identifica que las temperaturas son iguales, pero no explica la causa (conducción térmica, sensación al tacto).
- **Correcta y justificada:** distingue temperatura real de la sensación térmica y la explica por la diferencia en la velocidad de transferencia de calor entre materiales.

P2 (dificultad: calor como sustancia, no como proceso)

“Es habitual decir ‘cierra la puerta, que entra el frío’. ¿Es correcto desde el punto de vista físico? Explica qué ocurre realmente en términos de transferencia de calor.”

- **Incorrecta:** trata el frío como algo que se transmite o entra, igual que el calor.
- **Parcial:** identifica que es el calor el que se transfiere, pero no explica la dirección (de mayor a menor temperatura).
- **Correcta y justificada:** explica que el calor fluye del interior (más caliente) al exterior (más frío), y que “entrar frío” es una forma coloquial de describir esa pérdida de calor.

VII.3. Evaluación del propio ciclo (Fase 5)

Plantilla común para ambos paisajes, a cumplimentar tras cada implementación completa. Se aplica una única vez por implementación, no por sesión, ya que requiere haber observado el recorrido completo (diario de la Fase 3) y disponer de los resultados del ADIP/ADIF (Fase 4).

Tabla 36: Instrumento de evaluación del ciclo CIMA.

Paisaje evaluado (1 o 2)		
Fecha de implementación		
Grupo / curso		
Nº de sesiones realizadas		
Bloque	Pregunta guía	Respuesta / evidencia observada
Aspectos mantener	a ¿Qué elementos del diseño (narrativa, bifurcación, gamificación) generaron mayor implicación observable?	
	¿Qué nodo funcionó según lo previsto, sin intervención del docente?	
Aspectos modificar	a ¿Qué nodo mostró desviación relevante entre tiempo previsto y real, y en qué dirección?	
	¿Qué consigna requirió aclaración oral no prevista en el diseño escrito?	
	¿El componente de desempeño del ADIP/ADIF mostró mejora en las tres dificultades priorizadas? ¿En cuál menos?	
Aspectos descartar reconsiderar	a ¿Hubo algún elemento (optativa, recompensa, mecánica de bifurcación) sin uso o sin valor observable?	
	o ¿Algún ítem del cuestionario resultó ambiguo o se malinterpretó de forma sistemática?	

VII.4. Cuestionario de valoración de la experiencia (prueba de viabilidad, apartado 7.1)

Tabla 37: Cuestionario anónimo, administrado una única vez al finalizar la sesión, sin ítems de contenido.

Ítem	Formato de respuesta
1. ¿Las instrucciones de cada actividad se entendían sin tener que preguntar al profesor?	Escala 1-4 (siendo el 1 nunca y el 4 siempre)
2. ¿Tuviste algún problema técnico al acceder a las actividades (QR, Genially, Padlet)?	Sí / No y texto breve si la respuesta es sí
3. ¿El sistema de elegir entre actividades se entendía con claridad?	Escala 1-4
4. ¿Cómo de difícil te ha resultado el contenido trabajado hoy?	Escala 1-5 (muy fácil a muy difícil)
5. ¿El tiempo dedicado a las actividades te ha parecido...?	Escaso / Ajustado / Excesivo
6. Valoración general de la experiencia de hoy	Escala 1-5
7. ¿Te gustaría trabajar con esta metodología en otras unidades o asignaturas? Justifica.	Texto largo
8. ¿Qué cambiarías de la actividad de hoy?	Texto largo (opcional)

Anexo VIII: Declaración del uso de IA generativa

Siguiendo la Guía de buenas prácticas en el uso de IA Generativa aprobada por la Comisión Académica del MUPES el 3 de diciembre de 2025, y la estructura de declaración propuesta por la *Association of College and Research Libraries*, este anexo recoge la declaración del uso de herramientas de inteligencia artificial generativa realizado por la autora en la elaboración del presente Trabajo Fin de Máster.

Herramientas utilizadas: Claude (Anthropic), ChatGPT (OpenAI) y Gemini (Google), estas dos últimas de forma puntual.

Propósito y finalidad: Claude se empleó principalmente para la mejora y revisión de la redacción de determinados apartados (reformulación de párrafos ya redactados por la autora, en busca de mayor claridad y precisión terminológica) y para la revisión y mejora de las rúbricas de evaluación diseñadas, aplicando el mismo procedimiento de generación y contraste de rúbricas con IA trabajado en la asignatura de Evaluación del Máster, con el fin de comprobar su coherencia con los criterios de graduación de indicadores. Se utilizó también como apoyo puntual en tareas de organización del diseño y maquetación de materiales. ChatGPT y Gemini se emplearon exclusivamente para la generación de imágenes utilizadas como base para los cromos, en el entorno de Genially y en las actividades de los paisajes de aprendizaje.

Prompts representativos: "Revisa la claridad de este párrafo sin alterar su contenido ni añadir información nueva"; "comprueba si esta rúbrica sigue los principios de graduación de indicadores de logro vistos en la asignatura de Evaluación"; "genera una ilustración central para un cromo de Spider-Man que represente la inteligencia lingüístico verbal, con muchas burbujas de dialogo".

Uso del contenido generado: Ningún texto fue incorporado de forma literal; toda reformulación fue revisada y reescrita por la autora. Las imágenes generadas fueron seleccionadas, ajustadas o usadas como base de otras antes de su integración.

Revisión y edición: Todo el material, textual y gráfico, fue validado por la autora antes de su inclusión final en el trabajo.

Limitaciones y consideraciones éticas: Las decisiones metodológicas y didácticas, el análisis de fuentes y el contenido científico son responsabilidad exclusiva de la autora. No se compartieron datos personales de los participantes en la sesión piloto con ninguna de las herramientas mencionadas.