



UNIVERSIDAD DE LEÓN

FACULTAD DE EDUCACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

CURSO ACADÉMICO 2025/2026

Diseño y elaboración de un simulador interactivo y
una maqueta motorizada para la comprensión del
Sistema Solar en Educación Primaria

Design and Development of an Interactive Simulator and a Motorized
Model for Understanding the Solar System in Primary Education

Autor: Diego Montero Álvarez

Directoras: Alba Lozano Letellier y Carolina Blanco Fontao

Fecha: 22/06/2026

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Yo, Diego Montero Álvarez, estudiante del Grado en Educación Primaria en la Facultad de Educación de la Universidad de León, declaro que en la elaboración del Trabajo Fin de Grado titulado «Diseño y elaboración de un simulador interactivo y una maqueta motorizada para la comprensión del Sistema Solar en Educación Primaria» he recurrido puntualmente a herramientas de inteligencia artificial generativa como apoyo en tareas específicas de revisión técnica, mejora de la expresión escrita y búsqueda de información.

Claude (Anthropic) se utilizó como herramienta de apoyo a la revisión académica del texto en determinadas fases de la escritura. Su función fue la de asistente de corrección y mejora estilística: identificar párrafos con estructura poco clara, sugerir reformulaciones más ajustadas al registro académico y verificar la coherencia de la alineación curricular con el Decreto 38/2022 de Castilla y León. La redacción, los argumentos, el diseño de los recursos, la implementación en el aula y la interpretación de los resultados son de autoría propia. El prompt inicial empleado fue: «Actúa como codirector de mi Trabajo Fin de Grado del Grado en Educación Primaria de la Universidad de León. Tu función es ayudarme a redactar, revisar y mejorar el TFG respetando siempre el reglamento de la ULE y la autoría del estudiante».

Gemini (Google) se empleó como apoyo técnico puntual en la escritura de código durante el desarrollo del simulador interactivo, tomando como referencia repositorios de código abierto con licencia MIT. Las decisiones de diseño pedagógico y alineación curricular del simulador fueron tomadas en su totalidad por el autor.

Perplexity AI se consultó de forma puntual para localizar información sobre la normativa del Decreto 38/2022 de Castilla y León y para la búsqueda de guías universitarias sobre declaración de uso de inteligencia artificial en trabajos académicos.

En todo momento se ha mantenido el control intelectual y la autoría del trabajo. Los contenidos sugeridos por estas herramientas fueron revisados, contrastados con las fuentes originales y reescritos antes de su incorporación al documento. No se introdujeron datos personales ni identificativos del alumnado participante en ninguna plataforma de inteligencia artificial. El autor asume la responsabilidad completa sobre la veracidad, originalidad y adecuación académica del trabajo presentado.

En Ponferrada, a 22 de julio de 2026.

Fdo.: Diego Montero Álvarez

1. Introducción.....	1
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo general:	4
2.2. Objetivos específicos:	4
3. Procedimiento	5
3.1. Diseño y elaboración de la maqueta motorizada	5
Concepción inicial y evolución del diseño	5
Materiales y proceso constructivo	5
Sistema de transmisión y circuito eléctrico	5
Los planetas y el sistema de imanes	6
Justificación pedagógica del diseño	6
3.2. Diseño y desarrollo del simulador interactivo online	6
Concepción y arquitectura técnica	6
La simulación 3D, el Panel de Nave y la navegación principal	7
Las fichas de los astros, los quizzes individuales y el comparador.....	7
El sistema de misiones secuenciales	8
El panel docente y la evaluación integrada.....	8
El panel de accesibilidad DUA	9
Alineación con el currículo de cuarto de Primaria del Decreto 38/2022.....	9
Justificación pedagógica del diseño	11
3.3. Implementación en el aula	11
Contexto y marco ético	11
Primera hora — La maqueta motorizada (9:00-9:50 h)	11
Segunda hora — El simulador interactivo (9:50-11:00 h)	12
4. Resultados	13
4.1. Rendimiento en los quizzes del simulador	13
4.2. Valoración de los recursos: cuestionario de percepción del alumnado	15
4.3. Síntesis e interpretación.....	16
5. Conclusiones.....	18
5.1. Conclusiones alcanzadas.....	18
5.2. Valoración personal	19
6. Bibliografía	19
7. Anexos	21
7.1. Recursos: maqueta	21
7.2. Recursos: simulador interactivo.....	21
7.3. Cuestionario valoración.....	23

1. Introducción

El área de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria se regula en Castilla y León a través del Decreto 38/2022, de 29 de septiembre (BOCYL, núm. 190), que desarrolla en el ámbito autonómico el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo. Más allá de su función organizativa, este marco curricular supone un cambio de orientación relevante, ya que los aprendizajes han de construirse en situaciones contextualizadas, reales o simuladas, y el uso de recursos digitales pasa a configurarse como una competencia específica del área, no como un añadido metodológico opcional. Es precisamente esta exigencia la que otorga legitimidad curricular al diseño de herramientas como las que aquí se presentan.

En cuarto curso de Educación Primaria, dentro de dicho área se trabajan, entre otros contenidos, las fuerzas a distancia (recogidos en el bloque 2, la vida en nuestro planeta, apartado 3 materias, fuerza y energía). En este contexto, el estudio del sistema Sol –Tierra – Luna es especialmente adecuado para la enseñanza de este tipo de fuerzas, ya que permite observar y comprender cómo la fuerza gravitatoria actúa entre cuerpos celestes.

El problema es que el Sistema Solar resulta cognitivamente exigente para el alumnado de ocho a diez años de una manera que no siempre se tiene suficientemente en cuenta. No se trata solo de memorizar nombres o posiciones, sino de coordinar nociones que se resisten a la representación mental directa: la escala de las distancias, el movimiento continuo de los planetas y la perspectiva desde fuera del sistema que el modelo heliocéntrico exige adoptar. Vosniadou y Brewer (1992) ya advirtieron que los niños no incorporan las explicaciones científicas sustituyendo sus ideas previas, sino construyendo modelos híbridos que integran ambas de forma aparentemente coherente desde su propio punto de vista. Esta tendencia no desaparece con la instrucción; en muchos casos, simplemente queda enmascarada bajo respuestas correctas.

Calderón-Canales et al. (2006) documentaron esta brecha entre reconocimiento y comprensión real con una claridad difícil de ignorar. En su estudio con alumnado de Primaria, la mayoría de los participantes identificaba sin dificultad un diagrama heliocéntrico cuando se les presentaba junto a otros esquemas. Sin embargo, en cuanto se les pedía que explicaran por qué los planetas no chocan entre sí, o qué los mantiene en movimiento, las respuestas ponían de manifiesto que aquella identificación no se apoyaba en una comprensión funcional del modelo: reconocían la imagen, no el mecanismo. Esta distinción, entre reconocer y entender, resulta central para el diseño de cualquier intervención didáctica sobre astronomía. El mismo estudio señalaba algo que agrava el problema: cuando el alumnado no ha tenido ocasión de vivenciar el fenómeno de forma activa, la tendencia a

recurrir a explicaciones basadas en la experiencia cotidiana persiste durante años, al margen de lo que se haya trabajado en clase.

Calderón-Canales et al. (2013), a partir de un análisis de conglomerados sobre una muestra más amplia, identificaron hasta seis tipos distintos de modelos mentales del Sistema Solar en alumnado de Primaria. Lo llamativo no fue la diversidad en sí, sino que estos modelos no se distribuyen de manera ordenada según el curso escolar, en un mismo grupo de cuarto coexisten alumnos con representaciones casi científicas junto a otros cuyas concepciones son fragmentarias o estáticas, sin órbitas definidas ni movimiento. Para el docente, esto tiene una consecuencia directa, cualquier intervención que ofrezca un único nivel de explicación se adaptará bien a una parte del grupo y dejará a otra sin el anclaje cognitivo necesario.

Ausubel (1968) señaló que el aprendizaje solo resulta significativo cuando el nuevo contenido puede vincularse con ideas que el alumno ya posee; sin ese puente, la información se memoriza de manera mecánica y se desvanece con rapidez. Posner et al. (1982) añadieron que antes de que ese puente pueda construirse, el alumno necesita percibir que su concepción actual falla. Solo cuando experimenta esa insatisfacción está en disposición de explorar una alternativa y, eventualmente, integrarla en su estructura cognitiva como algo inteligible, plausible y útil. Esta secuencia no es automática ni surge de escuchar una explicación, por bien formulada que esté; necesita ser provocada.

Bruner (1966) ofreció una respuesta concreta a cómo provocarla. Según su propuesta sobre los modos de representación del conocimiento, el aprendizaje de contenidos nuevos resulta más eficaz cuando el alumno puede pasar por tres etapas: actuar directamente sobre el objeto de aprendizaje (modo enactivo), visualizarlo mediante representaciones (modo icónico) y, solo después, operar con él a través del lenguaje y los conceptos abstractos (modo simbólico). Para un contenido como el movimiento planetario, esta secuencia tiene una correlación muy precisa: el texto y el diagrama (modos icónico y simbólico) no pueden ser el punto de partida si el alumno no ha tenido antes una experiencia sensorial y motriz del fenómeno. Lelliott y Rollnick (2010), en su revisión de tres décadas de investigación sobre enseñanza de la astronomía, confirmaron que los modelos físicos tridimensionales en movimiento son precisamente los que mejor facilitan esa transición desde las representaciones intuitivas.

En consonancia con las dificultades cognitivas que presentan los alumnos y de acuerdo con los modos de representación del conocimiento propuestos por Bruner (Bruner, 1966) el primer recurso de este trabajo es la creación de una maqueta del Sistema Solar.

El segundo recurso es la programación de un simulador virtual. En términos de la progresión de Bruner (1966), el espacio entre la experiencia enactiva y la formalización simbólica que los criterios de evaluación del Decreto 38/2022 demandan, permite que el alumno opere sobre

una representación dinámica del sistema en el modo icónico y avance progresivamente hacia la conceptualización abstracta que la comprensión funcional del modelo heliocéntrico exige. La investigación reciente avala este tipo de mediación, ya que un metaanálisis que integró los resultados de 16 estudios con 1.296 estudiantes encontró un tamaño de efecto estandarizado grande a favor de las intervenciones con herramientas de simulación virtual frente a los métodos convencionales (Chonillo-Sislema, 2026). El propio análisis señala, no obstante, que ese efecto depende del diseño pedagógico con que se enmarque la herramienta: sin estructura, objetivos y retroalimentación, la mediación digital no produce el contraste cognitivo que el aprendizaje significativo requiere.

Trasladando las propuestas al currículo de cuarto curso de Educación Primaria, la Competencia Específica 5 de Ciencias de la Naturaleza (CE5) constituye el referente curricular central del presente trabajo. Esta competencia establece que el alumnado debe identificar las características de los diferentes elementos o sistemas del medio natural, analizar su organización y propiedades, y establecer relaciones entre ellos, para reconocer el valor del patrimonio natural y contribuir a su conservación y uso responsable (Decreto 38/2022, BOCYL núm. 190, pp. 48414-48418). Su desarrollo en cuarto curso se concreta en dos criterios especialmente pertinentes para esta propuesta. El primero, CN.CE.5.1, exige "identificar y analizar las características, la organización y las propiedades de los elementos o sistemas del medio natural a través de la indagación y utilizando las herramientas y procesos adecuados y compartiendo e intercambiando la información obtenida" (Decreto 38/2022). El segundo, CN.CE.5.2, orienta al alumnado a "identificar conexiones sencillas entre diferentes elementos o sistemas del medio natural mostrando respeto y comprensión de las relaciones que se establecen" (Decreto 38/2022). El Sistema Solar encaja con la CE5: sus planetas son elementos del medio natural cuyas características pueden identificarse y analizarse a través de la indagación directa, que es lo que pide CN.CE.5.1, y el sistema Sol-Tierra-Luna, articulado por la gravedad como fuerza a distancia que mantiene los planetas en órbita, constituye el tipo de conexión entre elementos que evalúa CN.CE.5.2. La maqueta es precisamente la herramienta de indagación que CN.CE.5.1 menciona de forma explícita: permite al alumnado observar y manipular el movimiento orbital de forma directa. La propuesta trabaja también la CE1, orientada al uso de recursos digitales para buscar y comunicar información científica; la CE2, que implica formular predicciones y comunicar resultados de pequeñas investigaciones; y la CE6, centrada en la conciencia ecosocial.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general:

Diseñar, elaborar e implementar dos recursos didácticos complementarios, una maqueta motorizada y un simulador interactivo online, para la enseñanza del Sistema Solar en cuarto de Educación Primaria, valorando de forma exploratoria su impacto pedagógico en el marco competencial del Decreto 38/2022 de Castilla y León.

2.2. Objetivos específicos:

- Analizar el marco teórico y curricular que fundamenta el uso de recursos manipulativos y digitales en la enseñanza del Sistema Solar en cuarto de Educación Primaria.
- Diseñar y elaborar dos recursos didácticos complementarios, una maqueta motorizada del Sistema Solar y un simulador interactivo online, justificando cada decisión técnica y pedagógica en relación con el marco teórico adoptado y con los criterios de evaluación del Decreto 38/2022 de Castilla y León, de modo que cada recurso cumpla una función diferenciada dentro de la progresión enactivo-icónico-simbólica propuesta por Bruner (1966).
- Implementar ambos recursos en un grupo real de cuarto de Educación Primaria, recogiendo datos sobre el rendimiento del alumnado mediante los quizzes del simulador y sobre su percepción mediante un cuestionario de valoración.
- Analizar los resultados obtenidos durante la implementación, identificar patrones de rendimiento por astro y criterio de evaluación y extraer conclusiones sobre el alcance de la propuesta, sus limitaciones y las líneas de mejora orientadas a su transferibilidad como recurso de innovación en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria.

3. Procedimiento

3.1. Diseño y elaboración de la maqueta motorizada

Concepción inicial y evolución del diseño

Aunque el diseño inicial contemplaba un motor independiente por planeta para reproducir sus distintos períodos de traslación, el análisis de viabilidad técnica llevó a optar por un motor único que imprime el mismo movimiento de traslación a todos los planetas de forma simultánea. Esta decisión no fue una renuncia, sino una elección didáctica deliberada. Lo que el alumnado de cuarto necesita construir cognitivamente no es una representación cuantitativa de las diferencias de velocidad orbital, sino la idea de que los planetas se mueven de forma continua en torno al Sol, que es la base sobre la que el cambio conceptual puede producirse (Posner et al., 1982).

Materiales y proceso constructivo

La base de la maqueta es una pieza circular de tablero de madera contrachapada de ochenta centímetros de diámetro, con paredes laterales de cartón duro reforzadas con escuadras y adhesivo de contacto. Sobre ella se construyó un eje central de PVC que actúa como elemento motriz, recibe el movimiento de transmisión del motor y lo transfiere a los brazos portaplanetas mediante cortes equidistantes practicados en su superficie.

Los brazos consisten en palos de madera insertados horizontalmente en dichos cortes, dispuestos a distancias crecientes del eje para situar cada planeta en su órbita correspondiente. En el extremo de cada brazo se fijó un segundo palo de forma vertical, orientado hacia la parte superior de la maqueta, en cuya cima se colocó un imán. La estabilidad del conjunto se reforzó mediante palos diagonales adicionales que conectan el eje con cada brazo, contrarrestando las tensiones verticales generadas por la fuerza magnética.

Sistema de transmisión y circuito eléctrico

El sistema de movimiento aprovecha el conjunto motriz extraído de una aspiradora robótica Conga en desuso. Una rueda adaptada al tubo de PVC exterior actúa como corona dentada, de modo que la transmisión por engranaje convierte el giro del motor en la rotación simultánea de todos los brazos portaplanetas.

La alimentación eléctrica se resolvió mediante un circuito cerrado sencillo que incluye un portapilas con dos pilas, conectadas en serie con el motor y un interruptor. El circuito permite activar o detener el movimiento de la maqueta a voluntad, lo que facilita su uso pedagógico. El docente puede iniciar el movimiento en el momento que considere más oportuno.

Los planetas y el sistema de imanes

Los ocho planetas del Sistema Solar, la Luna y el Sol fueron fabricados mediante impresión en tres dimensiones. Los modelos digitales fueron obtenidos de Bambu lab studio e impresos con impresora propia. En la base de cada planeta se adhirió un imán de neodimio, diseñado para interactuar con el imán correspondiente situado en el extremo superior de cada brazo vertical.

La tapa superior prevista para el conjunto, que cubriría el mecanismo y permitiría que los planetas se desplazaran arrastrados magnéticamente de forma aparentemente autónoma, presentó dificultades técnicas en su implementación que se recogen como limitación del prototipo en el apartado de conclusiones.

Justificación pedagógica del diseño

Las distancias uniformes entre órbitas, en lugar de distancias proporcionales a las reales, astronómicamente irrepresentables a esta escala, priorizan la legibilidad del modelo sobre su fidelidad métrica. Lo que el alumno de cuarto de Primaria necesita construir cognitivamente no es la escala cuantitativa del sistema, sino la idea de que los planetas se disponen en órbitas concéntricas alrededor del Sol y se mueven de forma continua. Como señalan Calderón-Canales et al. (2006), la representación a escala exacta del Sistema Solar excede las posibilidades de representación mental de esta etapa y requiere un tratamiento diferenciado.

En términos de la progresión propuesta por Bruner (1966), la maqueta está diseñada para operar en el modo enactivo, el alumno observa el movimiento desde distintos ángulos, identifica y nombra los planetas, compara sus posiciones y recibe una retroalimentación perceptiva directa sobre la dinámica del sistema. Esta experiencia sensorial es la condición cognitiva previa que hace posible que el simulador interactivo, diseñado para operar en los modos icónico y simbólico, produzca el efecto de aprendizaje esperado en la sesión siguiente.

3.2. Diseño y desarrollo del simulador interactivo online

Concepción y arquitectura técnica

El simulador interactivo constituye el segundo recurso de la propuesta y fue concebido desde el inicio como un complemento pedagógicamente diferenciado de la maqueta, no como un recurso independiente ni sustituible por ella. Su desarrollo partió del conocimiento del autor con apoyo de herramientas de inteligencia artificial generativa para la escritura de código, tomando como referencia repositorios de código abierto con licencia MIT.

El resultado es una aplicación web de página única accesible desde <https://tfg-solar-system.onrender.com/>, construida sobre la librería de visualización tridimensional Three.js r128 (Cabello, 2010) con una arquitectura que almacena los resultados de forma persistente

en la nube. La elección del formato web responde a una decisión didáctica, no requiere instalación, funciona en cualquier dispositivo del centro con independencia del sistema operativo, recoge datos centralizados en tiempo real y ha sido optimizado para dispositivos móviles y tabletas, eliminando las barreras técnicas que con frecuencia limitan el uso real de los recursos digitales en el aula.

El diseño pedagógico, los contenidos educativos, el sistema de misiones, el panel docente y el panel de accesibilidad de este simulador han sido presentados para su primera inscripción en el Registro Central de la Propiedad Intelectual del Ministerio de Cultura, con número de expediente 00765-03172683 y número de registro de entrada REGAGE26e00050777859, de 27 de mayo de 2026, tramitación actualmente en curso.

La simulación 3D, el Panel de Nave y la navegación principal

Al acceder al simulador, el alumno introduce un alias que vincula sus resultados al panel docente. Desde la pantalla principal, tres botones organizan los perfiles de uso: misiones secuenciales, exploración libre con fichas de astros y seguimiento docente protegido por contraseña. Todos los elementos se pueden observar y verificar en el anexo 7.2.

La exploración libre da acceso a la simulación tridimensional generada con Three.js: el Sol, los ocho planetas, la Luna, Plutón, cuatro cometas y un cinturón de asteroides de 350 cuerpos en órbita en tiempo real. Las texturas fotorrealistas proceden de Solar System Scope (solarsystemscope.com, licencia CC-BY 4.0, basadas en datos de la NASA), con la textura lunar del repositorio oficial de Three.js y las imágenes de Plutón y los cometas de Wikimedia Commons. El alumno puede rotar la perspectiva, hacer zoom y centrar la cámara en cualquier astro mediante ratón o gestos táctiles. El Panel de Nave ofrece cuatro velocidades orbitales ($\times\frac{1}{2}$, $\times 1$, $\times 5$ y $\times 20$), activación de líneas orbitales y etiquetas, modo cámara libre, minimapa y el botón de Limpieza Orbital vinculado a la Misión 3. Esta exploración permite al alumnado observar, comparar y analizar las características de los cuerpos celestes en movimiento, trabajando directamente el criterio CN.CE.5.1 del Decreto 38/2022 y construyendo la representación espacial que las misiones estructuradas necesitan como punto de partida.

Las fichas de los astros, los quizzes individuales y el comparador

El acceso a la información sobre cada astro se articula mediante tarjetas interactivas con dos caras. La cara frontal muestra una imagen fotorrealista del astro junto con su nombre, funcionando como detonante visual del reconocimiento antes de que el alumno acceda al contenido conceptual. Al girar la tarjeta, la cara posterior despliega toda la información educativa: tipo de cuerpo celeste, distancia al Sol, período orbital, tamaño relativo respecto a la Tierra, un banco de curiosidades redactadas en lenguaje accesible para cuarto de Primaria y el criterio curricular específico del Decreto 38/2022 al que responde ese astro. Un botón

permite escuchar cada curiosidad en voz alta mediante la interfaz de programación de aplicaciones (API) de síntesis de voz del navegador, recurso de apoyo a la lectura integrado en el flujo natural de la actividad. Esta estructura en dos caras tiene una intención pedagógica deliberada, ya que sigue la secuencia icónico-simbólica descrita por Bruner (1966), en la que la imagen actúa como representación icónica del astro antes de que el alumno acceda a la simbolización conceptual que los datos y criterios curriculares proporcionan.

Cada astro dispone de un quiz individual de cinco preguntas de opción múltiple con retroalimentación inmediata, lo que favorece la autorregulación del aprendizaje sin necesidad de intervención docente. Los doce astros con contenido completo suman sesenta preguntas. Los criterios asignados varían en función de lo que cada quiz evalúa realmente: el de la Tierra incluye fuerzas a distancia (CE5.2) y el de Marte evalúa el uso de recursos digitales con vehículos exploradores (CE1.1), entre otros, lo que permite que el panel docente refleje con exactitud qué competencia ha sido evaluada en cada momento.

Un elemento diferenciador es el comparador de astros, que permite visualizar en paralelo los datos de hasta tres cuerpos celestes. Responde directamente al criterio CN.CE.5.2, que establece la necesidad de «identificar conexiones sencillas entre diferentes elementos o sistemas del medio natural mostrando respeto y comprensión de las relaciones que se establecen» (Decreto 38/2022).

El sistema de misiones secuenciales

La estructura que da orden a la exploración es un sistema de tres misiones secuenciales, accesibles desde el botón Modo Historia y desbloqueables progresivamente, cuya organización replica la distribución en bloques del currículo del área (Decreto 38/2022, BOCYL núm. 190, 30 de septiembre de 2022).

La Misión 1 (Bloque A CE5) exige visitar al menos seis fichas de astros y completar sus quizzes con un mínimo del 60 % de aciertos, culminando en un quiz comparativo evaluado con CN.CE.5.2. La Misión 2 (Bloque B, CE1) consta de dos quizzes sobre el uso del simulador como herramienta de búsqueda e interpretación de información digital. La Misión 3 (Bloque C, CE6) integra tres fases: un minijuego de limpieza orbital que trabaja la conciencia ecosocial desde la experiencia activa, dos quizzes sobre problemas ecosociales reales y las condiciones de habitabilidad de la Tierra.

El panel docente y la evaluación integrada

El panel docente, protegido por contraseña, registra en tiempo real cada evaluación con el identificador del alumno, el astro evaluado, los criterios BOCYL específicos del quiz, los aciertos y el nivel de consecución. Los datos son exportables en formato CSV con campos

etiquetados conforme a los tres bloques del Decreto 38/2022 —Bloque A, B y C—, lo que convierte la exportación en un instrumento de evaluación continua directamente integrable en la programación docente. Un modo de demostración permite al docente explorar el simulador completo para la preparación de la sesión. Esta funcionalidad responde a la orientación evaluadora del área de Ciencias de la Naturaleza en el Decreto 38/2022, según la cual los instrumentos de evaluación "serán variados y dotados de capacidad diagnóstica y de mejora" y "prevalecerán los instrumentos que permitan valorar fundamentalmente el proceso y el análisis del desempeño del alumnado [...]" (Decreto 38/2022, BOCYL núm. 190, p. 48394).

El panel de accesibilidad DUA

Una característica singular del diseño es la incorporación de un panel de accesibilidad etiquetado como Diseño Universal para el Aprendizaje, marco recogido en la LOMLOE. Ofrece ajustes configurables de forma independiente: tipografía para dislexia, tamaño de texto, alto contraste, desactivación de animaciones y control de velocidad de representación visual para alumnado con hipersensibilidad al movimiento. Estas opciones responden a la heterogeneidad cognitiva del aula documentada por Calderón-Canales et al. (2013) por lo que si la diversidad en la representación conceptual es la norma, la diversidad en las condiciones de acceso a la información debe serlo también en el diseño del recurso.

Alineación con el currículo de cuarto de Primaria del Decreto 38/2022

La tabla 1 documenta la alineación entre cada componente del simulador y los criterios de evaluación del Decreto 38/2022 para cuarto de Primaria. Aunque el decreto no nombra explícitamente el Sistema Solar, la CE5 lo ampara como sistema del medio natural, y la flexibilidad que la LOMLOE otorga al profesorado para elegir los contextos con los que desarrollar cada competencia respalda esta elección. A diferencia de asignar un criterio uniforme a toda la herramienta, el simulador implementa un mapa de criterios específico por quiz que permite que el CSV exportado refleje con exactitud qué competencia ha sido evaluada en cada momento.

Tabla 1. Relación curricular con los componentes del simulador. CE: Competencias Específicas del área de Ciencias de la Naturaleza (Decreto 38/2022)

Componente del simulador	Bloque	CE y Crit. Eval.	Contenido curricular
Quizzes individuales: Sol, Luna, Tierra, Júpiter	A	CE5 · 5.1 y 5.2	Identificación de características y conexiones del sistema Sol-Tierra-Luna
Quizzes individuales: Mercurio, Saturno, Urano, Neptuno, Cometa	A	CE5 · 5.1	Identificación de características de cuerpos del Sistema Solar
Quiz Venus	A/C	CE5·5.1, CE6·6.1	Efecto invernadero como ejemplo de desequilibrio ecosocial
Quiz Marte	A/B	CE5·5.1, CE1·1.1	Exploración científica con vehículos exploradores (rovers); uso de recursos digitales
Quiz Plutón	A	CE5·5.1, CE2·2.4	Clasificación de cuerpos celestes; razonamiento sobre evidencia científica
Comparador de astros (modal)	A	CE5 · 5.2	Identificación de conexiones entre diferentes elementos del medio natural
Quiz <i>Comparando Mundos</i> (M1)	A	CE5 · 5.2	Comparación de características y conexiones entre astros
Quiz <i>Uso de Recursos Digitales</i> (M2)	B	CE1 · 1.1	Búsqueda y organización de información con recursos digitales
Quiz <i>Datos del Simulador</i> (M2)	B	CE1 · 1.1 y 1.2	Búsqueda, organización e interpretación de datos con recursos digitales
Quiz <i>Guardianes del Planeta</i> (M3)	C	CE6 · 6.1 y 6.2	Sostenibilidad y problemas ecosociales; basura espacial
Quiz <i>¿Por qué la Tierra es especial?</i> (M3)	C/A	CE6·6.1, CE5·5.2	Condiciones habitables; responsabilidad ambiental
Panel docente con CSV por quiz	A+B+C	CE2·2.5 / CE1·1.1 / CE6·6.1	Evaluación continua de los tres bloques curriculares

Justificación pedagógica del diseño

El simulador opera en los modos icónico y simbólico de Bruner, e incorpora esa secuencia en múltiples niveles: las texturas fotorrealistas preceden a los datos, el minijuego de sostenibilidad antecede a los quizzes reflexivos, y la exploración libre anticipa las misiones estructuradas. Su uso secuenciado tras la maqueta es lo que hace posible el efecto pedagógico esperado, puesto que la experiencia enactiva ya está construida. La retroalimentación inmediata tras cada respuesta es el mecanismo que convierte esa exploración en aprendizaje activo, favoreciendo el contraste entre la concepción previa y la alternativa correcta que Posner et al. (1982) describen como condición necesaria para el cambio conceptual.

3.3. Implementación en el aula

Contexto y marco ético

La propuesta didáctica se implementó en el CEIP Campo de la Cruz, centro público de Educación Infantil y Primaria de Ponferrada (El Bierzo), durante el período de prácticas del autor, se muestran evidencias en el anexo 7.1 y 7.2. El grupo participante era un aula de cuarto de Educación Primaria compuesta por diecinueve alumnos de entre nueve y diez años. La sesión se llevó a cabo el viernes 22 de mayo de 2026 en horario de nueve a once horas, ocupando las dos primeras horas lectivas de la jornada en un bloque continuo que permitió desarrollar la propuesta completa sin interrupciones. La implementación contó con dictamen favorable del Comité de Ética de la Universidad de León (expediente ÉTICA-ULE-067-2026, resolución de 8 de mayo de 2026). Todos los datos recogidos fueron tratados de forma anónima o seudonimizada conforme a la Ley Orgánica 3/2018, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Primera hora — La maqueta motorizada (9:00-9:50 h)

La primera sesión se dedicó íntegramente a la maqueta. Antes de presentar el recurso, el docente en prácticas abrió un diálogo oral estructurado de aproximadamente diez minutos orientado a explorar las ideas previas del grupo sobre el Sistema Solar. Las preguntas guiaron al alumnado hacia tres núcleos conceptuales: la composición del sistema (planetas, Sol, Luna, cometas), el movimiento de los planetas y su organización en torno al Sol, y las características físicas básicas de los cuerpos celestes. Este momento de activación de conocimientos previos responde directamente a la condición que Ausubel (1968) establece para el aprendizaje significativo sobre identificar qué sabe ya el alumno para anclar el nuevo contenido en su estructura cognitiva. Al mismo tiempo, las preguntas sobre por qué los planetas no se caen, qué los mantiene en órbita o qué es el Sol más allá de una fuente de luz introdujeron el tipo

de insatisfacción cognitiva que Posner et al. (1982) describen como condición previa al cambio conceptual.

A continuación se presentó la maqueta. El nivel de atención sostenida durante los cuarenta y cinco minutos siguientes fue notablemente superior al habitual en el aula, lo que constituyó un indicador informal de la capacidad motivacional del recurso.

El trabajo con la maqueta se articuló en tres momentos: la observación del movimiento orbital al activar el motor; la manipulación directa de los planetas impresos, en la que el grupo comparó tamaños e identificó características no reconocidas en el libro de texto —momento enactivo en el sentido de Bruner (1966)—; y la colocación colaborativa de cada planeta en su brazo, con el mecanismo visible dado que la tapa no había quedado funcional, lo que generó un intercambio espontáneo sobre la posición relativa de los planetas y la distinción entre planetas interiores y exteriores (véase Anexo 7.2).

El debate guiado abordó los contenidos propios de la CE5: traslación, rotación, el sistema Sol-Tierra-Luna y la gravedad como fuerza a distancia, todos trabajados de forma oral y manipulativa en coherencia con el modo enactivo al que la maqueta da acceso.

Segunda hora — El simulador interactivo (9:50-11:00 h)

La segunda sesión comenzó con el desplazamiento del grupo al mueble de almacenamiento de portátiles del centro. El grupo se organizó en nueve parejas de trabajo, con un trío para ajustarse al número impar de participantes, en coherencia con el fomento del trabajo cooperativo que el Decreto 38/2022 establece en las orientaciones metodológicas del área y con los contenidos de técnicas cooperativas del Bloque B (BOCYL núm. 190, pp. 48392-48394). Antes de la exploración, el docente dedicó cinco minutos a presentar el simulador desde la pizarra digital, explicitando que los quizzes se realizarían en un momento posterior para evitar que la presión evaluativa condicionara la navegación inicial. A continuación se abrió un período de exploración libre de treinta minutos. El docente observó sin intervenir, apreciando que la mayor parte de los grupos accedía a las fichas de los astros, giraba las tarjetas y utilizaba el control de velocidad orbital para comparar el movimiento de planetas interiores y exteriores. Sobre las diez y media se indicó que debían completar los quizzes individuales por astro. Dado que el sistema de misiones no estaba disponible en ese momento, se establecieron como obligatorios los quizzes del Sol, la Tierra y la Luna, los tres que trabajan con mayor intensidad el criterio CN.CE.5.2 sobre las conexiones del sistema Sol-Tierra-Luna, y se dejaron los demás a elección de cada pareja. Este período generó los registros analizados en el apartado de resultados. Para cerrar la sesión se distribuyó el cuestionario de valoración (véase Anexo 7.3) , explicando el formato de escala al grupo antes de

cumplimentarlo; los cuestionarios se recogieron de forma anónima y voluntaria al finalizar la sesión.

4. Resultados

Los resultados que se presentan en este capítulo proceden de dos instrumentos de evaluación: los registros de rendimiento generados automáticamente por la base de datos del simulador durante la sesión del 22 de mayo de 2026, y los cuestionarios de valoración recogidos en papel al término de esa sesión. Ambas herramientas fueron diseñadas para ser anónimas desde su origen. Todos los análisis se presentan de forma agregada, sin referencia a ningún identificador individual.

4.1. Rendimiento en los quizzes del simulador

Durante la sesión, el simulador registró un total de 57 evaluaciones completadas por los 9 grupos de trabajo, distribuidas entre los 12 astros disponibles. La media global de aciertos fue del 82,1 %. La distribución de niveles de consecución con umbrales Avanzado ≥ 80 %, Medio entre 60 y 79 %, y En Proceso < 60 %, arrojó un 77,2 % de registros en nivel Avanzado, un 15,8 % en nivel Medio y un 7,0 % en nivel En Proceso.

La Figura 1 muestra el rendimiento desglosado por astro. Entre los quizzes de realización obligatoria, el Sol obtiene la puntuación más alta (95,6 %, N=9) y la Luna la más baja (68,9 %, N=9). Esta diferencia de puntuaciones se debe a que el quiz del Sol evalúa principalmente la identificación de características del cuerpo celeste central del sistema (CN.CE.5.1), mientras que el de la Luna incorpora preguntas sobre fases lunares, conexiones Sol-Tierra-Luna y la fuerza gravitacional como fuerza a distancia (CN.CE.5.2), contenidos que la bibliografía identifica sistemáticamente como los de mayor resistencia al cambio conceptual en esta etapa (Vosniadou y Brewer, 1992; Calderón-Canales et al., 2013). La Tierra se sitúa en una posición intermedia (95,0 %, N=8). Entre los voluntarios con muestra suficiente, Saturno (90,0 %, N=4) y Mercurio (80,0 %, N=4) se mantienen en niveles altos, mientras que Marte (73,3 %, N=6) y Júpiter (77,1 %, N=7) presentan mayor dispersión. Los tres astros con $N < 3$ (Urano, Venus y Cometa) no permiten extraer conclusiones representativas por insuficiencia de muestra.

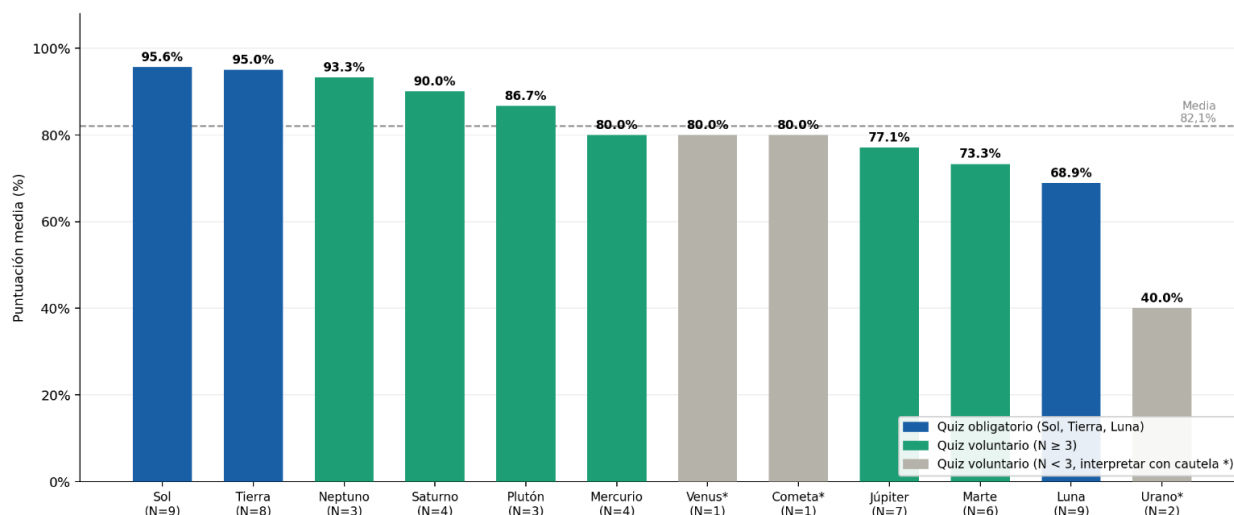


Figura 1. Puntuación media por astro en los quizzes del simulador. Sesión del 22 de mayo de 2026, CEIP Campo de la Cruz (Ponferrada, El Bierzo). N entre paréntesis indica el número de grupos que completaron el quiz. Asterisco (): N < 3, Línea discontinua: media global 82,1 %. Azul: quizzes obligatorios; verde: voluntarios (N ≥ 3); gris: voluntarios (N < 3).*

La Figura 2 adopta el referente evaluativo que establece el Decreto 38/2022: la evaluación en Castilla y León es criterial, y son los criterios de evaluación el instrumento normativo con el que se valora el grado de adquisición de las competencias. El criterio CN.CE.5.1 aparece en los doce astros evaluados (N=57, media 82,1 %), lo que lo convierte en el referente de mayor alcance de la sesión. CN.CE.5.2, asociado a los astros que trabajan conexiones entre elementos del medio natural: Sol, Tierra y Luna, presenta una media de 84,2 % con un 82 % de registros en nivel Avanzado, aunque también concentra el mayor número absoluto de registros en nivel En Proceso (N=3), correspondientes a preguntas sobre el sistema Sol-Tierra-Luna. CN.CE.2.4 (indagación y razonamiento científico, evaluado en Plutón) obtiene un 100 % de Avanzado, si bien la muestra (N=3) limita la generalización. CN.CE.1.1 (recursos digitales, evaluado en Marte) presenta la media más baja del conjunto (73,3 %, N=6), con reparto equitativo entre Avanzado y Medio, lo que sugiere que la conexión entre exploración científica y recursos digitales puede requerir mayor andamiaje en futuras sesiones.

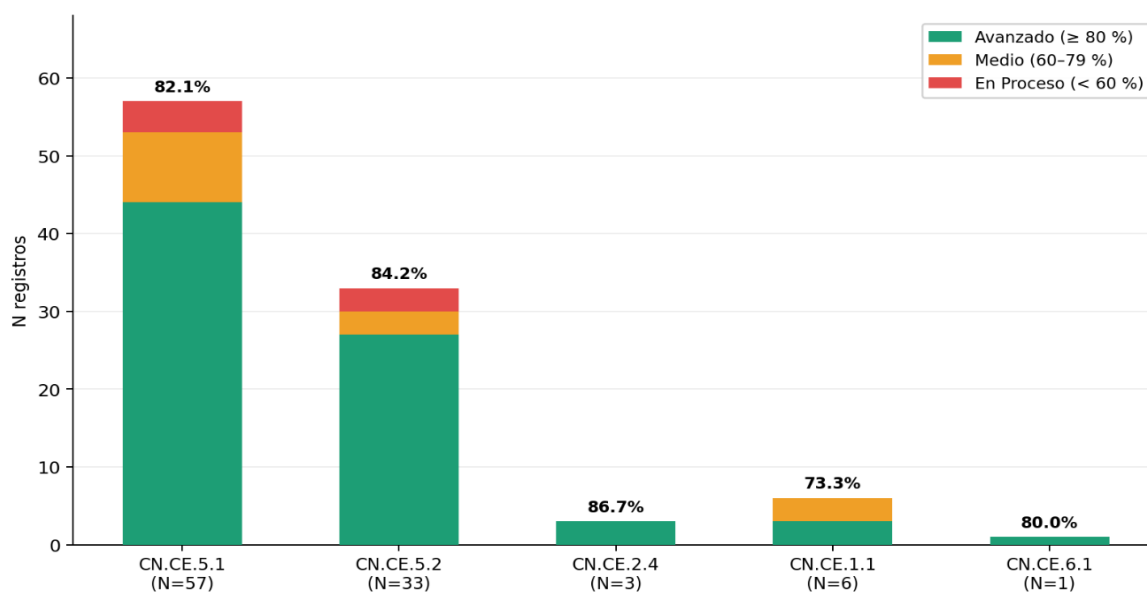


Figura 2. Grado de consecución por criterio de evaluación (Decreto 38/2022, 4.º EP, Ciencias de la Naturaleza). Barras apiladas: distribución de niveles (N registros). Porcentaje sobre cada barra: media del grupo. Un mismo registro puede contribuir a varios criterios simultáneamente. Criterios con $N \leq 3$ deben interpretarse con cautela. CN.CE.5.1 y CE5.2: competencia clave STEM. CN.CE.1.1: CD + STEM. CN.CE.6.1: CC + STEM.

4.2. Valoración de los recursos: cuestionario de percepción del alumnado

Los datos de la Figura 3 muestran un patrón de valoración positiva coherente en todos los ítems. El ítem de motivación (P1) obtiene el resultado más nítido: la totalidad del grupo respondió en las dos opciones más favorables, con un 79 % en la valoración máxima y ninguna respuesta negativa. El ítem de comprensión (P2) presenta un perfil igualmente positivo pero más distribuido, con un 89 % consolidado frente al 100 % de P1; esta diferencia es pedagógicamente esperable, puesto que el impacto motivacional de un recurso manipulativo tiende a ser más inmediato que la consolidación comprensiva, que exige un procesamiento más elaborado. La valoración del simulador (P3) replica el patrón de P1, también con un 89 % positivo consolidado y un 79 % en la opción máxima; las dos respuestas de «un poco difícil» señalan la conveniencia de revisar el nivel de dificultad de algunos ítems del quiz en futuras implementaciones. La preferencia metodológica (P5) es categórica: ningún alumno optó por el libro de texto, y el 95 % eligió la combinación de maqueta y simulador. La autoevaluación (P6) muestra una convergencia con los datos objetivos de rendimiento: el 95 % del alumnado se percibe capaz de explicar el funcionamiento del Sistema Solar, resultado coherente con el 77 % de registros en nivel Avanzado en los quizzes. Por último, el 84 % del alumnado valoró ambos recursos de forma conjunta en la pregunta abierta (P7), sin privilegiar ninguno sobre el otro, lo que sugiere que la complementariedad pedagógica entre la maqueta

y el simulador fue percibida como una experiencia coherente sin necesidad de que el docente la explicitara.



Nota: escala P1 y P2: Nada / Un poco / Bastante / ¡Mucho! · P3: Muy aburrido / Un poco difícil / Fácil y entretenido / ¡Me ha encantado! · P5 y P6: tres opciones. Instrumento completo en Anexo II.

Figura 3. Distribución de respuestas del cuestionario de valoración (N=19).

4.3. Síntesis e interpretación

La media global de aciertos en los quizzes (82,1 %, con un 77,2 % en nivel Avanzado) y la autoevaluación del alumnado (95 % con percepción positiva de comprensión, P6) presentan una convergencia que constituye un indicador de validez interna del diseño evaluativo, ya que lo que el instrumento objetivo mide se corresponde con lo que el alumnado percibe haber aprendido. El patrón de mayor dificultad se concentra en CN.CE.5.2 —conexiones Sol-Tierra-Luna y fuerza gravitacional— y CN.CE.1.1 —exploración científica con recursos digitales—, lo que es congruente con la literatura revisada sobre los contenidos de mayor resistencia al cambio conceptual en esta etapa (Vosniadou y Brewer, 1992; Calderón-Canales et al., 2013). Desde la perspectiva del cambio conceptual, la insatisfacción cognitiva generada en la primera sesión con la maqueta actuó como condición previa para que el simulador produjera el contraste con las concepciones previas que ese modelo exige (Posner et al., 1982), y la secuencia enactivo-icónico-simbólica de Bruner (1966) se refleja en que el 84 % del alumnado percibió ambos recursos como una experiencia complementaria sin necesidad de explicitarla.

Cabe señalar, no obstante, las limitaciones inherentes al diseño: la muestra es pequeña (diecinueve alumnos de un único grupo de un único centro), no existe grupo de control y la evaluación se realizó de forma inmediata a la intervención, sin medida de retención diferida. Estas condiciones circunscriben los resultados al carácter exploratorio establecido en los objetivos del trabajo y los sitúan como indicadores preliminares con potencial de contraste en estudios de mayor escala.

5. Conclusiones

5.1. Conclusiones alcanzadas

El presente trabajo perseguía diseñar y elaborar dos recursos didácticos complementarios para la enseñanza del Sistema Solar en cuarto de Educación Primaria y valorar de forma exploratoria su impacto en el marco competencial del Decreto 38/2022. Las conclusiones que siguen se organizan en correspondencia con los cuatro objetivos específicos establecidos.

En relación con el primer objetivo, analizar el marco teórico y curricular, los resultados respaldan la pertinencia del marco adoptado. La secuencia enactivo-icónico-simbólica propuesta por Bruner (1966) no solo estructuró el diseño, sino que el alumnado la recibió de forma natural. El 84 % valoró ambos recursos conjuntamente en la pregunta abierta del cuestionario, sin privilegiar ninguno, lo que indica que la diferenciación pedagógica fue percibida como complementariedad coherente. El resultado del quiz de la Luna —68,9 %, el más bajo entre los obligatorios— confirma además la validez del instrumento, es el quiz que evalúa con mayor intensidad las conexiones Sol-Tierra-Luna (CN.CE.5.2), identificadas sistemáticamente por la bibliografía como el contenido de mayor resistencia al cambio conceptual en esta etapa (Vosniadou y Brewer, 1992; Calderón-Canales et al., 2013).

En relación con el segundo objetivo, diseñar y elaborar los recursos, ambos cumplieron la función pedagógica prevista. La maqueta generó la insatisfacción cognitiva que Posner et al. (1982) describen como condición previa al cambio conceptual, con una valoración unánimemente positiva en P1 (100 %). La tapa prevista resultó técnicamente inviable por problemas de adherencia magnética, lo que tuvo un efecto pedagógico no anticipado, el mecanismo visible permitió al alumnado observar directamente la transmisión de movimiento, algo que la tapa habría ocultado. El simulador destaca por su mapa de criterios de evaluación específico por quiz, diecisiete en total, vinculados directamente al BOCYL, que convierte cada evaluación en un instrumento criterial directamente integrable en la programación docente. El diseño pedagógico ha sido presentado ante el Registro Central de la Propiedad Intelectual (REGAGE26e00050777859, 27 de mayo de 2026).

En relación con los objetivos tercero y cuarto, implementación y análisis de resultados, la propuesta produjo resultados satisfactorios dentro de las limitaciones del diseño exploratorio. La media del 82,1 % de aciertos, coherente con el 95 % del alumnado que se autoevalúa capaz de explicar el Sistema Solar (P6), constituye un indicador de validez convergente. Este rendimiento se obtuvo además sin el sistema de misiones, lo que indica que la versión completa del simulador tiene un potencial pedagógico superior al aquí documentado. El resultado más bajo del conjunto —CN.CE.1.1 en el quiz de Marte, con un 50 % en nivel

Avanzado— señala que la conexión entre exploración científica y recursos digitales requiere mayor andamiaje en futuras implementaciones. La muestra pequeña, la ausencia de grupo de control y la evaluación inmediata circunscriben estas conclusiones al carácter exploratorio declarado en los objetivos. Las principales líneas de mejora son la resolución del sistema magnético de la tapa, la implementación de las misiones en contextos reales de aula y el diseño de un estudio con medida de retención diferida.

5.2. Valoración personal

Diseñar el simulador obligó a hacer explícitas las decisiones pedagógicas que normalmente permanecen implícitas en la práctica docente: cada quiz, cada curiosidad, cada criterio curricular tuvo que ser justificado y codificado antes de poder ser implementado. Este proceso de externalización del razonamiento pedagógico en código es, probablemente, la experiencia formativa más singular de todo el Grado.

La sesión del aula fue reveladora en un sentido que los datos no capturan del todo. Ver a diecinueve alumnos de nueve años mantener la atención durante dos horas, colocar los planetas en los brazos de la maqueta colaborativamente y compartir entre ellos datos y curiosidades de los contenidos fue la confirmación práctica de algo que el marco teórico ya anticipaba, que aprender sobre el Sistema Solar no es memorizar nombres, sino construir un modelo de relaciones entre elementos que en la experiencia cotidiana no son observables directamente. La maqueta y el simulador no enseñan el Sistema Solar: crean las condiciones para que el alumnado pueda pensarlo.

Por último, el proceso de registro de la propiedad intelectual del simulador ante el Ministerio de Cultura, la gestión de las licencias de las texturas y la documentación del código con fines académicos han sido una introducción práctica a dimensiones de la profesión docente que el currículo del Grado aborda teóricamente pero que solo adquieren sentido real cuando se ejercen.

6. Bibliografía

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.

Cabello, R., y three.js authors. (2010). *Three.js* (versión r128) [Software]. MIT License.

<https://github.com/mrdoob/three.js>

Calderón-Canales, E., Palafox, G., Flores-Camacho, F., y Gallegos-Cázares, L. (2006). Las ideas infantiles sobre el Sistema Solar. *Ethos Educativo*, 35, 41–61.

<https://imced.edu.mx/Ethos/Archivo/35-41.pdf>

- Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F., y Gallegos-Cázares, L. (2013). Elementary students' mental models of the solar system. *Astronomy Education Review*, 12(1), 010108. <https://doi.org/10.3847/AER2012044>
- Chonillo-Sislema, L. O. (2026). Metaanálisis del efecto de la integración de los simuladores virtuales en la enseñanza de las ciencias. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (28), 294–319. <https://doi.org/10.37135/chk.002.28.14>
- Decreto 38/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, núm. 190, de 30 de septiembre de 2022, pp. 48386–48430.
- Lelliott, A., y Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771–1799. <https://doi.org/10.1080/09500690903214546>
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 294, de 6 de diciembre de 2018, pp. 119788–119857.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 52, de 2 de marzo de 2022, pp. 24386–24504.
- Solar System Scope. (s.f.). *Solar textures* [Imágenes digitales]. CC BY 4.0. <https://www.solarsystemscope.com/textures/>
- Vosniadou, S., y Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)

7. Anexos

7.1. Recursos: maqueta



7.2. Recursos: simulador interactivo



7.3. Cuestionario valoración

Cuestionario de Evaluación: Proyecto Sistema Solar

Instrucciones para el alumno/a:

¡Hola, explorador/a! Queremos saber qué te ha parecido aprender sobre el Sistema Solar usando la maqueta motorizada y nuestra página web. Recuerda que esto **no es un examen** y es **totalmente anónimo** (no tienes que poner tu nombre). Lee cada pregunta y marca con una "X" la respuesta que mejor explique lo que piensas. Sé totalmente sincero/a, ¡tu opinión nos ayuda mucho a mejorar!

PARTE 1: La Maqueta Motorizada

En esta sección queremos saber tu opinión sobre el uso de la maqueta física en clase.

Pregunta	Nada	Un poco	Bastante	¡Mucho!
1. ¿Te ha resultado divertido e interesante ver cómo los planetas de la maqueta giraban alrededor del Sol gracias al motor?	[]	[]	[]	[]
2. Al ver la maqueta moverse, ¿te ha ayudado a entender mejor cómo funciona el movimiento de los planetas en el espacio?	[]	[]	[]	[]

PARTE 3: Lo que hemos aprendido

Pregunta	Prefiero el libro de texto	Me gustan los dos igual	Prefiero la maqueta y la web
5. Si tienes que elegir cómo aprender sobre el espacio, ¿qué forma prefieres?	[]	[]	[]

Pregunta	No, todavía tengo dudas	Sí, le podría explicar algunas cosas	¡Sí, lo podría explicar entero!
6. Después de estas clases, ¿serías capaz de explicarle a un amigo o familiar cómo funciona el Sistema Solar?	[]	[]	[]

PARTE 4: Tu opinión cuenta

7. Escribe brevemente qué es lo que más te ha gustado de todo el proyecto (la maqueta, investigar en la web, las actividades en clase...):

¡Muchas gracias por participar en esta misión espacial!

PARTE 2: Explorando la Página Web

Ahora piensa en los momentos en los que has navegado e investigado por la página web del proyecto.

Pregunta	Muy aburrido	Un poco difícil	Fácil y entretenido	¡Me ha encantado!
3. ¿Qué te ha parecido explorar la página web, leer su información y realizar sus actividades?	[]	[]	[]	[]

4. Entra en tu perfil de la página web del proyecto. ¿Qué puntuación final has conseguido?

Escribe aquí tu puntuación o nivel: _____