

El Guiniguada

(Revista de investigaciones y experiencias en Ciencias de la Educación)

eISSN: 2386-3374

10.20420/ElGuiniguada.2013.333 (doi general de la revista)

Journal information, indexing and abstracting details, archives, and instructions for submissions:
<http://ojsspdg.ulpgc.es/ojs/index.php/ElGuiniguada/index>



La técnica *stop motion* como mediadora del aprendizaje científico

Stop Motion as a Mediator of
Science Learning

Guiomar Garrido Álvarez-Coto
Ainhoa Arana-Cuenca
Virginia Pascual López
Universidad Internacional de La Rioja
España

DOI (en Sumario/Título, en WEB de la Revista)

Recibido el 19/12/2025

Aceptado el 24/01/2026

ONLINE FIRST, 30/01/2026

El Guiniguada is licensed under a Creative Commons ReconocimientoNoComercial-SinObraDerivada
4.0 Internacional License.



La técnica *stop motion* como mediadora del aprendizaje científico Stop Motion as a Mediator of Science Learning

Guimar Garrido Álvarez-Coto

guimar.garrido@unir.net

Ainhoa Arana-Cuenca

ainhoa.arana@unir.net

Virginia Pascual López

virginia.pascual@unir.net

Universidad Internacional de La Rioja, España

RESUMEN

Este estudio explora las percepciones de docentes en formación sobre el uso de la técnica de *stop motion* como recurso mediador en la enseñanza de contenidos de ciencias de la Tierra. Se trata de un estudio piloto con enfoque mixto, realizado con alumnado del Máster en Didáctica de la Biología y la Geología en Educación Secundaria y Bachillerato de una universidad española. El alumnado diseñó animaciones científicas para representar procesos geológicos con fines didácticos y valorar su aplicabilidad en el aula. Los datos, obtenidos mediante cuestionario y preguntas abiertas, muestran valoraciones muy positivas de la experiencia formativa, destacando una alta motivación, una intensa implicación creativa y una mejor articulación entre los contenidos geológicos y su traducción didáctica. Además, el profesorado en formación atribuye a esta técnica un elevado potencial para facilitar la comprensión y la motivación de su alumnado de secundaria y bachillerato, y expresa una clara intención de incorporarla en su práctica docente. En conjunto, los resultados apuntan al potencial del *stop motion* para promover el aprendizaje activo y la reflexión didáctica en la formación del profesorado de ciencias.

PALABRAS CLAVE

STOP MOTION, MODELIZACIÓN CIENTÍFICA, REPRESENTACIONES VISUALES, ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA, INNOVACIÓN EDUCATIVA

ABSTRACT

This study explores pre-service science teachers' perceptions of using stop motion as a mediating resource for teaching Earth Science content. It reports a mixed-methods pilot study conducted with students enrolled in a Master's programme in Teaching Biology and Geology in Secondary and Upper Secondary Education at a Spanish university. Participants designed scientific animations to represent geological processes for educational purposes and to assess their classroom applicability. Data collected through questionnaires and open-ended questions reveal highly positive perceptions of the training experience, highlighting increased motivation, creative engagement, and a better connection between Earth Science content and its didactic transposition. In addition, pre-service teachers attribute a high potential to this technique for enhancing

their secondary students' understanding and motivation, and express a clear intention to incorporate it into their teaching practice. Overall, the findings point to the potential of stop motion to foster active learning and reflective practice in science teacher education.

KEYWORDS

STOP MOTION, SCIENTIFIC MODELING, VISUAL REPRESENTATIONS, EARTH SCIENCE EDUCATION, EDUCATIONAL INNOVATION.

INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo actual, aprender ciencias implica articular el conocimiento conceptual con competencias comunicativas que permitan construir y compartir significados sobre los fenómenos naturales. Los lenguajes visuales y narrativos, al integrar diferentes modos de representación, se consolidan como medios eficaces para mediar el aprendizaje científico, especialmente en disciplinas percibidas como abstractas o difíciles de visualizar, como las ciencias de la Tierra.

La enseñanza de la geología en secundaria y bachillerato presenta retos bien documentados. Muchos contenidos implican procesos que ocurren en escalas espaciales y temporales difíciles de visualizar, como la orogénesis, la formación de los diferentes tipos de rocas o la fosilización, lo que favorece la aparición de concepciones alternativas persistentes (Brusi et al., 1994; Pedrinaci, 2003; Chakour et al., 2019). Esta desconexión entre los fenómenos naturales y su representación en el aula constituye una barrera recurrente para el aprendizaje científico (Taber, 2017; Hoban & Nielsen, 2013). Frente a ello, la modelización se reconoce como una estrategia esencial, al permitir representar, explicar y revisar procesos complejos mediante modelos visuales o manipulativos (Justi & Gilbert, 2002). Cuando estos modelos son elaborados por el propio alumnado, especialmente en formato audiovisual, diversos estudios señalan que se favorecen formas de aprendizaje activo, en la medida en que el estudiante deja de limitarse a consumir recursos para implicarse en su diseño, revisión y comunicación, asumiendo un papel de prosumidor de conocimiento (Farrokhnia et al., 2020; Wishart, 2017).

Entre las diversas técnicas de animación mediadas por herramientas digitales, la técnica de *stop motion* destaca por su accesibilidad y su alto potencial didáctico. Esta técnica, basada en la captura secuencial de imágenes para generar la ilusión de movimiento, ha demostrado ser eficaz para representar procesos científicos, fomentar el trabajo colaborativo y desarrollar habilidades comunicativas (Hoban & Ferry, 2006; Ru et al., 2024). Su carácter visual y narrativo estimula la reflexión metacognitiva y la capacidad del alumnado para traducir conceptos abstractos en representaciones comprensibles (Hoban, 2007; Farrokhnia et al., 2020). Sin embargo, son todavía escasas las experiencias en las que el profesorado elabora sus propias animaciones en *stop motion* para diseñar y poner a prueba recursos didácticos de ciencias de la Tierra dirigidos a alumnado de secundaria y bachillerato, lo que motiva el presente estudio.

En este contexto, resulta necesario explorar propuestas didácticas en las que el profesorado en formación elabora sus propios recursos audiovisuales y analizar cómo

dicho profesorado percibe la contribución de esta experiencia a su propio aprendizaje y a su futura práctica docente. El presente estudio piloto tiene como objetivo valorar la experiencia de diseño de animaciones *stop motion* sobre contenidos de ciencias de la Tierra en el Máster en Didáctica de la Biología y la Geología, describiendo el grado de satisfacción, el potencial que los participantes atribuyen a esta técnica para el aprendizaje de su futuro alumnado y las formas en que prevén utilizarla en el aula, tanto mediante el uso de los vídeos elaborados por el docente como a través de actividades en las que el alumnado preuniversitario diseñe nuevas animaciones.

MARCO TEÓRICO

La representación visual del conocimiento científico

Una parte esencial del aprendizaje científico consiste en interpretar, construir y comunicar representaciones visuales del conocimiento. Diagramas, modelos, gráficos, animaciones o simulaciones permiten traducir fenómenos abstractos o invisibles en formas perceptibles y manipulables, lo cual resulta especialmente útil en etapas educativas en las que el pensamiento formal aún está en desarrollo. En este contexto, las representaciones visuales no deben considerarse meros apoyos ilustrativos, sino herramientas cognitivas que favorecen la construcción, la reorganización y la consolidación del conocimiento científico (Gilbert, 2008; Mayer, 2005). Desde un enfoque constructivista, estas representaciones no deben entenderse como productos acabados, sino como herramientas cognitivas que los estudiantes deben aprender a interpretar, cuestionar y elaborar. Como señalan Tversky et al. (2002), las visualizaciones efectivas son aquellas que se ajustan a la estructura conceptual del contenido y a la forma en que los humanos procesan la información de manera espacial y simbólica. Esta relación entre percepción, cognición y representación convierte lo visual en un lenguaje fundamental del pensamiento científico y en una vía privilegiada para el desarrollo de la comprensión conceptual (Ainsworth, 2006; Gilbert, 2010). En esta misma línea, Evagorou et al. (2015) proponen considerar las representaciones visuales no solo como recursos cognitivos, sino también como auténticos objetos epistémicos que median en la generación de conocimiento y en la comprensión de la naturaleza misma de la ciencia.

En disciplinas como la geología, donde los fenómenos son tridimensionales y se desarrollan en escalas espaciales y temporales complejas, la representación visual adquiere un papel aún más crucial. Estudios como los de McElhaney et al. (2015) evidencian que los estudiantes que interactúan con representaciones dinámicas (por ejemplo, simulaciones, animaciones o modelos digitales manipulables) logran una comprensión más profunda, flexible y relacional que quienes se limitan a recibir explicaciones verbales o estáticas. Del mismo modo, el uso de tecnologías digitales para la creación de representaciones por parte del propio alumnado ha demostrado tener efectos positivos en la motivación, la apropiación del conocimiento y la autonomía cognitiva. Este tipo de prácticas transforma al estudiante en un prosumidor de representaciones científicas: ya no se limita a interpretar modelos, sino que los diseña, revisa y comunica, lo que fortalece su pensamiento metacognitivo y científico (Wishart, 2017; Farrokhnia et al., 2020). En consecuencia, la representación visual del conocimiento no constituye un recurso accesorio, sino una dimensión epistemológica del aprendizaje científico. Comprender y producir representaciones visuales implica

desarrollar competencias cognitivas, comunicativas y creativas esenciales para aprender ciencia y pensar científicamente (Ainsworth, 2006; Gilbert, 2010; Evagorou et al., 2015).

La modelización como estrategia clave en la enseñanza de las ciencias

La enseñanza de las ciencias se enfrenta a la dificultad de representar procesos y estructuras que no son directamente observables, ya sea por su escala temporal o espacial, o por su nivel de abstracción. En este contexto, las representaciones externas (gráficos, diagramas, modelos físicos o animaciones) constituyen herramientas fundamentales para apoyar la construcción de modelos mentales por parte del alumnado (Gilbert, 2010). Sin embargo, su uso no garantiza por sí solo la comprensión: cuando se presentan de manera estática o descontextualizada, pueden reforzar concepciones alternativas o generar nuevas dificultades interpretativas (Taber, 2017).

Diversas investigaciones muestran que la participación en la construcción, el uso y la evaluación de modelos potencia el pensamiento científico al fomentar la explicación, la predicción y la comunicación de ideas (Schwarz et al., 2009). De este modo, la modelización estimula competencias esenciales como la argumentación, la evaluación crítica y la metacognición. Justi y Gilbert (2002) distinguen entre modelos didácticos, diseñados por el profesorado, y modelos mentales, elaborados por los estudiantes como representaciones personales de la realidad. La mediación docente resulta clave para articular ambos niveles y convertir el modelado en una experiencia significativa. Cuando el alumnado crea sus propios modelos (visuales, manipulativos o digitales), activa procesos reflexivos que trascienden la memorización y fomentan la autonomía intelectual.

Además, la integración sistemática de la modelización no solo favorece el aprendizaje, sino también el desarrollo profesional docente, al exigir una reflexión continua sobre la naturaleza del conocimiento y sus representaciones (Van Driel & Verloop, 1999). La construcción de modelos se convierte así en un proceso bidireccional de aprendizaje compartido entre profesores y estudiantes. Por tanto, la modelización no debe entenderse como un recurso complementario, sino como una metodología central y transformadora, ya que, a través de ella, los estudiantes no solo aprenden contenidos científicos, sino que también aprenden a pensar y a comunicar como científicos, desarrollando competencias clave para la alfabetización científica en el siglo XXI. En este contexto, las tecnologías audiovisuales ofrecen nuevas formas de modelización que integran la creación visual y la comunicación científica. Como muestra España Palop (2024), la creación de vídeos didácticos constituye una estrategia multimodal que permite trabajar de forma integrada aspectos lingüísticos y técnicos, y que además se asocia con un aumento de la motivación del alumnado. Entre estas propuestas, destaca la técnica de *stop motion* por su carácter accesible y su potencial formativo.

Stop motion como herramienta de modelización y desarrollo cognitivo

Las tecnologías audiovisuales han ampliado significativamente las posibilidades de la modelización científica al permitir representar de manera visual y dinámica procesos complejos. Entre ellas, la técnica de animación *stop motion* destaca por su sencillez técnica, bajo coste y potencial didáctico. Basada en la creación de secuencias de imágenes fijas que, al reproducirse, generan la ilusión de movimiento, facilita la

comprensión de las relaciones causales y de los mecanismos de cambio en los fenómenos naturales (Hoban & Nielsen, 2013).

Su valor educativo radica en que convierte al alumnado en autor de sus propias representaciones científicas. Al construir animaciones, los estudiantes analizan, seleccionan y traducen información conceptual en narrativas visuales, lo que estimula la comprensión, la reflexión y la creatividad (Wishart, 2017). En una revisión de 42 estudios, Farrokhnia et al. (2020) señalan que las animaciones generadas por el alumnado favorecen un aprendizaje profundo y sostenido cuando se proporciona un adecuado andamiaje conceptual y técnico. En esta línea, la propuesta *Slowmation*, desarrollada por Hoban y Ferry (2006), constituye una versión educativa del *stop motion* orientada a la enseñanza de las ciencias que permite visualizar la evolución temporal de los fenómenos e integrar imagen, texto y sonido, reforzando la metacognición y la comprensión de las relaciones causales (Hoban & Nielsen, 2013).

Evidencias recientes confirman la eficacia del *stop motion* en contextos universitarios. Ru et al. (2024) demostraron que la creación de animaciones en el laboratorio de química mejora la comprensión conceptual y la alfabetización visual de los estudiantes. De forma complementaria, Rodríguez-Berrios et al. (2025) comprobaron que la elaboración de vídeos de *stop motion* para representar mecanismos de reacción en química orgánica potencia la colaboración, la creatividad y la comunicación científica. Estos resultados confirman el valor del *stop motion* como herramienta de modelización, y sugieren su aplicabilidad a otras disciplinas para visualizar procesos dinámicos difíciles de observar directamente.

En esta misma línea, Orraryd (2021) analizó el uso educativo de las animaciones *stop motion* generadas por el alumnado en la enseñanza de la biología y la química, en el marco de un programa de formación docente en ciencias. Sus resultados mostraron que la creación de animaciones favorece la comprensión de procesos invisibles o abstractos (como la evolución o las reacciones redox), al permitir que los estudiantes los transformen en secuencias visuales coherentes. Además, el autor destaca que esta metodología potencia el razonamiento visual, la reflexión metacognitiva y la capacidad de los futuros docentes para reconocer y abordar concepciones alternativas. Sin embargo, advierte que la eficacia del *stop motion* depende en gran medida del diseño pedagógico de la actividad y del acompañamiento docente, factores esenciales para que el proceso creativo se convierta en una auténtica experiencia de modelización científica (Orraryd, 2021).

Más allá de su función como recurso de modelización, el *stop motion* posee un elevado potencial cognitivo, motivacional y metacognitivo. Desde la teoría de la autodeterminación, Deci y Ryan (2000) sostienen que este tipo de experiencias incrementa la motivación intrínseca al ofrecer autonomía, competencia y propósito en el aprendizaje. En la misma línea, Muhammad et al. (2022) y Puspita et al. (2019) evidencian que las actividades audiovisuales de producción digital fomentan la autoeficacia y el compromiso sostenido, mientras que Hoban (2007) demuestra que la creación de *Slowmations* impulsa la reorganización conceptual y la reflexión metacognitiva. La producción de animaciones implica procesos de selección, estructuración y representación que profundizan la comprensión de los fenómenos

(Farrokhnia et al., 2020) y estimulan el pensamiento reflexivo y la comunicación científica al traducir conceptos en representaciones visuales accesibles (Wishart, 2017).

En síntesis, la literatura existente señala que la creación de animaciones *stop motion* por parte del alumnado, enmarcada en una tradición pedagógica que valora la representación visual, la modelización y la producción activa del conocimiento como ejes del aprendizaje científico, puede favorecer la comprensión de procesos complejos, aumentar la motivación y promover formas de aprendizaje activo y reflexivo. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos se ha centrado en el alumnado de etapas obligatorias y en contextos presenciales, con un número todavía reducido de estudios en la formación inicial del profesorado, especialmente escaso en relación con los contenidos de ciencias de la Tierra y en entornos universitarios en línea. Asimismo, son insuficientes las investigaciones que analizan de manera sistemática las percepciones del profesorado en formación sobre la aplicabilidad del *stop motion* en su futura práctica docente y profundicen en cómo aplicar esta técnica de manera sistemática y reflexiva en distintos niveles y disciplinas. Estas lagunas justifican la necesidad de estudios exploratorios que contribuyan a caracterizar el potencial y las limitaciones de esta técnica en la formación del profesorado de ciencias.

METODOLOGÍA

El presente estudio, de carácter piloto, adopta un enfoque mixto de tipo descriptivo y analiza la incorporación de la técnica *stop motion* en la elaboración de un recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de la geología en docentes y futuros docentes de Educación Secundaria y Bachillerato. Desde la vertiente cuantitativa, se realiza un análisis descriptivo orientado a evaluar el grado de satisfacción del alumnado con la experiencia formativa; de manera complementaria, se desarrolla un análisis cualitativo exploratorio para conocer su intención de integrar este recurso en la futura práctica docente.

Participantes

El estudio piloto se llevó a cabo con estudiantes de la asignatura Enseñanza y Aprendizaje de la Geología, perteneciente al Máster Universitario en Didáctica de la Biología y Geología en Educación Secundaria y Bachillerato de una universidad 100 % online, durante el curso académico 2024/2025.

La asignatura contó con un total de 63 estudiantes matriculados, de los cuales el 83 % entregó la actividad propuesta. Esta consistió en la elaboración de un modelo geológico con finalidad didáctica, mediante la técnica *stop motion*, orientado a facilitar la comprensión de un proceso geológico específico en el aula. Posteriormente, se distribuyó un cuestionario en línea, de carácter anónimo, para recoger información sobre la percepción y la satisfacción con la experiencia. El instrumento fue cumplimentado por el 39 % del alumnado que había participado en la actividad (N = 20).

Aunque el tamaño muestral es reducido, se considera adecuado para un estudio piloto, cuyo propósito principal es obtener información preliminar sobre la viabilidad del

diseño y orientar futuras investigaciones de mayor alcance. La bibliografía metodológica señala que, en estudios piloto, muestras de entre 10 y 30 participantes son apropiadas para identificar posibles problemas de comprensión de los ítems, estimar una fiabilidad inicial y ajustar el procedimiento de recogida de datos (Hertzog, 2008; Johanson y Brooks, 2010). En consecuencia, la muestra obtenida resulta pertinente para los fines exploratorios de este trabajo.

Procedimiento

La asignatura Enseñanza y Aprendizaje de la Geología tiene un enfoque eminentemente práctico, orientado a la aplicación didáctica de los contenidos geológicos y a la reflexión sobre su enseñanza en el aula de secundaria y bachillerato. Entre las actividades formativas propuestas se incluye la elaboración de un modelo geológico con fines didácticos mediante la técnica *stop motion*, con el objetivo de facilitar la comprensión de un proceso geológico específico. Este enfoque permitió al futuro profesorado revisar y profundizar en su conocimiento de los procesos geológicos desde una perspectiva didáctica, trabajando de forma integrada su comprensión y su transposición al contexto de secundaria y bachillerato.

En primer lugar, los participantes seleccionaron un proceso geológico que presentara dificultades habituales de aprendizaje y realizaron una breve indagación conceptual previa para garantizar su correcta representación. Posteriormente, planificaron el modelo físico, eligiendo los materiales y la secuencia visual de las etapas necesarias para que el proceso pudiera mostrarse paso a paso.

A continuación, construyeron el modelo y procedieron al registro fotográfico progresivo mediante la técnica *stop motion*. Para ello, se les indicaron pautas sobre la estabilidad de la cámara, el control de la iluminación, el encuadre y el número mínimo de tomas, a fin de garantizar una animación fluida. El montaje del vídeo se realizó mediante aplicaciones de animación gratuitas sugeridas en la guía de la actividad. La duración final no podía superar un minuto.

Además del producto visual, los estudiantes debían acompañar la animación con una explicación didáctica que incluyera: el proceso geológico representado, el nivel educativo al que se dirige, los materiales utilizados, la justificación de la secuencia, así como una reflexión final sobre la integración de la animación generada en el aula y sus beneficios potenciales para la comprensión del alumnado. Tras la evaluación y la retroalimentación específicas sobre la actividad, se difundió un cuestionario elaborado *ad hoc* para recoger la percepción del alumnado sobre la utilidad educativa y el grado de satisfacción con la experiencia.

La participación en el estudio posterior fue voluntaria y anónima. El cuestionario se administró en línea una vez finalizada la actividad, tras informar al alumnado sobre los objetivos del estudio y el uso exclusivamente académico de los datos. No se recogió información personal identificable y el diseño se ajustó a la normativa ética vigente en la universidad.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento fue diseñado *ad hoc* y estuvo compuesto por dos secciones: una cuantitativa y otra cualitativa. En la primera parte, de carácter cuantitativo, se preguntó inicialmente al alumnado si conocía la técnica de *stop motion*. A continuación, se incluyó una escala tipo Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo) destinada a evaluar el nivel de satisfacción en cinco dimensiones: planificación, motivación, aprendizaje, experiencia lúdica y usabilidad. El índice de fiabilidad del instrumento completo arrojó un α de Cronbach de 0,908. No obstante, para estimar la fiabilidad interna del cuestionario (Tabla 1) se utilizó principalmente el coeficiente omega de McDonald (ω), dado que el α , aunque muy extendido, se basa en el supuesto de tau-equivalencia, es decir, que todos los ítems contribuyen de forma idéntica al constructo, algo poco realista en escalas multidimensionales como la utilizada en este estudio (Sijtsma, 2009; Dunn, Baguley & Brunsden, 2014). El coeficiente ω , en cambio, se basa en modelos con ítems congéneres y proporciona una estimación más robusta y menos sesgada de la fiabilidad interna (Revelle & Zinbarg, 2009; McNeish, 2018).

Tabla 1
 Cuestionario de satisfacción

Dimensión	Ítem Enunciado	ω de McDonald
Planificación	1 La planificación de la actividad me ha parecido adecuada.	0,730
	6 La actividad me ha permitido relacionar los conceptos con situaciones reales.	
	14 Considero que los objetivos planteados al inicio se han cumplido.	
	17 El nivel de dificultad de la actividad ha sido apropiado.	
	21 El tiempo asignado para la actividad ha resultado suficiente.	
	23 El uso de las herramientas tecnológicas para desarrollar el <i>stop motion</i> me ha resultado fácil.	
Motivación	2 Me gustaría elaborar nuevamente recursos de este tipo.	0,796
	7 Durante el proceso de elaboración del <i>stop motion</i> me he sentido motivado/a.	
	10 La elaboración del <i>stop motion</i> me ha resultado estimulante.	
	12 Durante la actividad estuve plenamente concentrado/a, olvidando lo que ocurría alrededor.	
	15 La actividad me ha parecido valiosa en términos personales y académicos.	
Aprendizaje	3 He aplicado contenidos teóricos de la asignatura al desarrollar la actividad.	0,802
	8 El <i>stop motion</i> ha potenciado mi autonomía en el aprendizaje.	
	11 La experiencia ha influido positivamente en mi interés hacia la asignatura.	
	13 La elaboración de la actividad audiovisual ha incrementado mi interés por la asignatura.	

	20	La actividad ha contribuido a mejorar mis resultados de aprendizaje.	
	22	El diseño del <i>stop motion</i> ha mejorado mi comprensión de los contenidos de la asignatura.	
	24	La actividad me ha ayudado a reflexionar sobre mi propio proceso de aprendizaje.	
Experiencia lúdica	5	En general, he disfrutado con la actividad.	0,698
	9	La realización del <i>stop motion</i> me ha parecido entretenida.	
	4	Aprender a través de este tipo de actividades me ha resultado divertido.	
Usabilidad	16	Como futuro/a docente, considero útil este tipo de estrategias didácticas.	0,823
	18	Esta actividad me ha ayudado a comprender cómo podría implementarla en el aula.	
	19	La experiencia me ha proporcionado ideas para trabajar con mi propio alumnado.	

La segunda parte del cuestionario consistió en una breve pregunta abierta orientada a recoger la percepción del alumnado sobre la aplicabilidad de esta técnica en futuras prácticas docentes, lo que permitió complementar los resultados cuantitativos con información cualitativa de tipo exploratorio. Se diseñaron preguntas de respuesta abierta, como: *¿usarías la técnica de stop motion en tu aula? ¿Con qué finalidad? ¿Realizarías tú el recurso educativo o pedirías a tu alumnado que lo diseñara? Justifica tu respuesta.*

Análisis de datos

Los datos obtenidos a través del formulario se exportaron en formato Excel para su posterior tratamiento y análisis. La estimación de la fiabilidad interna del instrumento (α de Cronbach y ω de McDonald) se realizó mediante el programa Jamovi (versión 2.3.28), mientras que los análisis descriptivos de la parte cuantitativa se llevaron a cabo en Excel.

En cuanto a la información cualitativa procedente de las preguntas abiertas, se realizó un análisis exploratorio basado en dimensiones previamente definidas (Tabla 2), con el fin de identificar patrones de percepción y criterios recurrentes en relación con la aplicabilidad didáctica de *stop motion* en el contexto educativo.

Tabla 2

Dimensiones y códigos del análisis cualitativo

Dimensión	Código	Descripción
<i>¿Usarías la técnica de stop motion en tu aula? ¿Con qué finalidad?</i>		
Planificación didáctica	Uso para ilustrar contenidos	Emplear la técnica como apoyo para representar procesos complejos o abstractos.
	Reforzar explicaciones	Complementar la enseñanza tradicional con un recurso visual dinámico.
Aprendizaje	Facilitar comprensión	Mejorar la asimilación de conceptos mediante recursos audiovisuales.

	Favorecer aprendizaje significativo	Promover la construcción activa del conocimiento.
Motivación	Impulsar participación	Favorecer la implicación activa en la actividad.
<i>¿Realizarías tú el recurso educativo o pedirías a tu alumnado que lo diseñara? Justifica tu respuesta.</i>		
Planificación didáctica	Prototipo docente	Elaborar un ejemplo inicial para orientar a los estudiantes.
	Guía estructurada	Acompañar el proceso de creación con un modelo o instrucciones claras.
Responsable del proceso	Docente	Elaborar el <i>stop motion</i> para orientar a los estudiantes.
	Alumnado	Delegar la elaboración del recurso a los estudiantes como estrategia de aprendizaje activo.
	Responsabilidad compartida	Elaborar un recurso de ejemplo y promover que el alumnado asuma un rol protagonista en la actividad.
Motivación participación	/Implicación del alumnado	Incrementar la motivación mediante la participación directa en el diseño del recurso.
Usabilidad gestión	/Consideraciones técnicas	Tener en cuenta la disponibilidad y facilidad de uso de recursos tecnológicos.
	Viabilidad práctica	Evaluar si la propuesta puede implementarse con los medios del aula.

RESULTADOS

Experiencia didáctica

La experiencia didáctica desarrollada permitió poner en práctica los principios teóricos de la modelización científica y del aprendizaje visual descritos en el marco teórico. A través de la elaboración de animaciones *stop motion* sobre procesos geológicos, los estudiantes participaron activamente en la traducción conceptual, representacional y comunicativa del conocimiento científico.

El diseño de la actividad se basó en un enfoque abierto que otorgó plena autonomía al alumnado para seleccionar el proceso geológico, los materiales y las herramientas digitales, así como para decidir la inclusión de música, locución o texto. Esta libertad creativa buscaba fomentar la apropiación personal del aprendizaje, la toma de decisiones didácticas y la capacidad de integrar recursos expresivos en la comunicación científica, elementos clave para la motivación intrínseca y el desarrollo de competencias profesionales docentes. Asimismo, se alentó a planificar su animación desde una perspectiva didáctica, considerando el nivel educativo al que dirigirían el recurso, las posibles dificultades de comprensión del contenido y las oportunidades pedagógicas que podría ofrecer su uso en el aula.

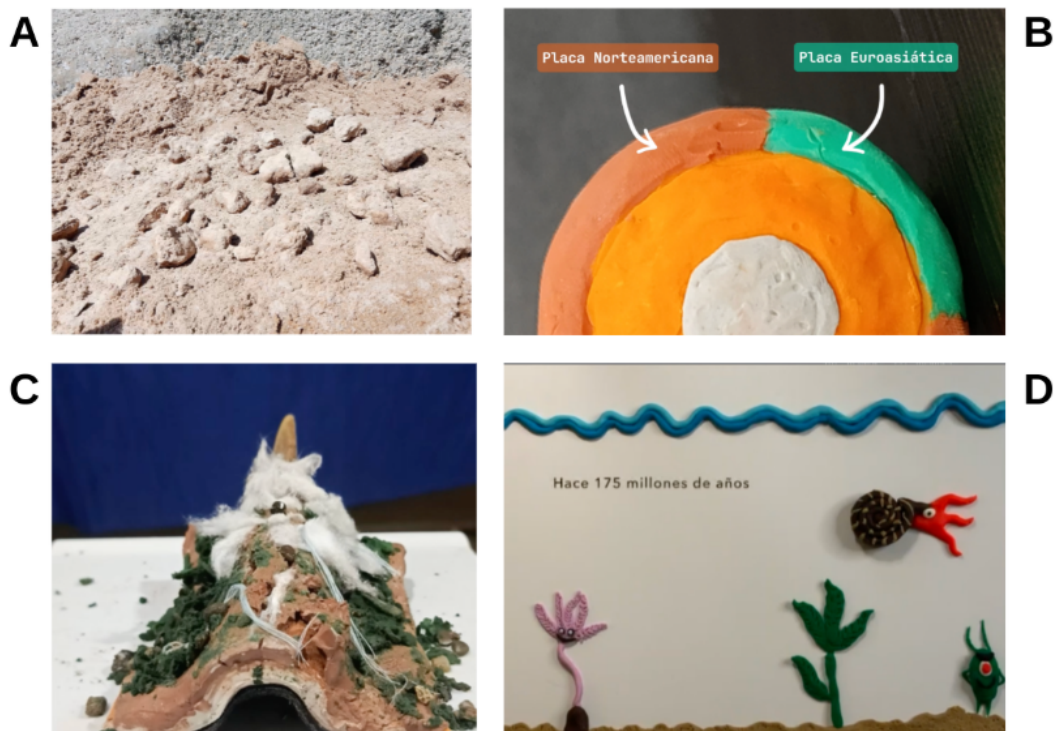
El grado de implicación y compromiso del grupo fue muy elevado. Los participantes mostraron entusiasmo, curiosidad y un claro propósito educativo. Las animaciones entregadas abordaron una amplia variedad de procesos geológicos, tanto endógenos (orogénesis, vulcanismo, tectónica de placas, subducción o formación de fallas) como exógenos (erosión, meteorización, sedimentación o fosilización). Esta diversidad

temática reflejó la amplitud de intereses del alumnado y su capacidad para traducir fenómenos complejos en representaciones visuales claras y rigurosas, pedagógicamente eficaces.

Los estudiantes utilizaron una amplia variedad de materiales y herramientas digitales gratuitas de libre elección, demostrando un uso creativo de recursos cotidianos. En muchos casos acompañaron sus animaciones con narraciones propias, música y rótulos explicativos, lo que enriqueció el componente comunicativo del producto final. Esta libertad en la elección de medios y formatos permitió que cada participante imprimiera un estilo narrativo propio y fortaleciera la conexión entre el contenido científico y su expresión visual. En la Figura 1 se muestran ejemplos de los productos elaborados por el alumnado, que ilustran la diversidad de recursos empleados y la apropiación de los contenidos geológicos mediante representaciones multimodales.

Figura 1

Fotogramas representativos de algunos de los proyectos elaborados por el alumnado mediante la técnica stop motion para la enseñanza de procesos geológicos.



Nota. (A) Simulación de un proceso de deflación o formación de un desierto pedregoso (erg), utilizando arena natural y un ventilador para reproducir la acción erosiva del viento. (B) Modelo de la estructura interna de la Tierra y del comportamiento de distintos tipos de bordes de placas tectónicas, construido con plastilina. (C) Representación de la formación del Himalaya mediante arcilla y materiales naturales y de uso cotidiano. (D) Proceso de fosilización y de reelaboración tafonómica mediante plastilina. Fuente: producciones del alumnado (curso 2024/2025).

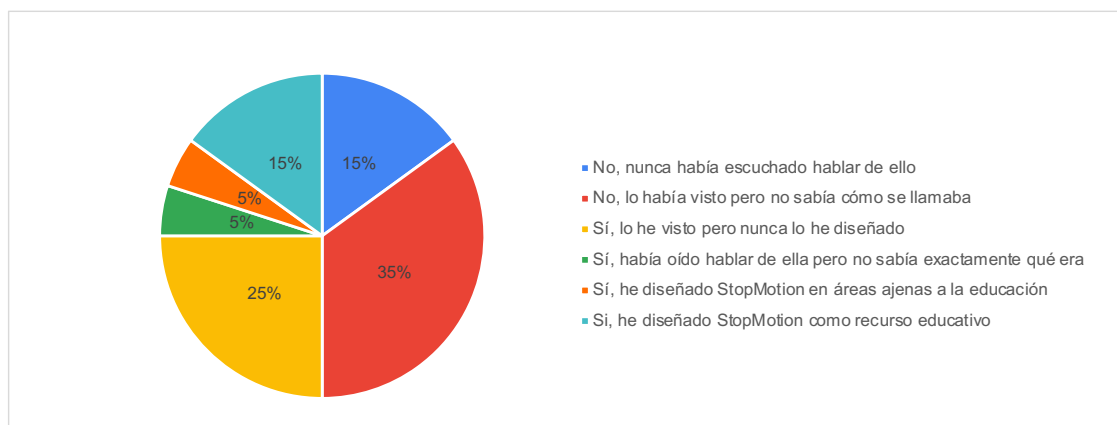
Satisfacción de alumnado

El análisis de las ideas previas del alumnado revela un bajo grado de conocimiento inicial sobre la técnica *stop motion*. Concretamente, el 50% de los participantes manifestó no conocer la técnica antes de la intervención didáctica; y, dentro de este

grupo, un 35% indicó haber tenido contacto visual con la herramienta sin identificarla. En contraste, únicamente el 10% del alumnado afirmó haber utilizado previamente el *stop motion* y solo el 5% lo había empleado con fines educativos (Figura 2). Estos resultados ponen de manifiesto que la mayoría del alumnado partía de una experiencia limitada o superficial, lo que refuerza el valor formativo de la intervención al introducir una herramienta novedosa para la mayoría de los participantes.

Figura 2

Ideas previas del alumnado encuestado sobre la técnica de stop motion

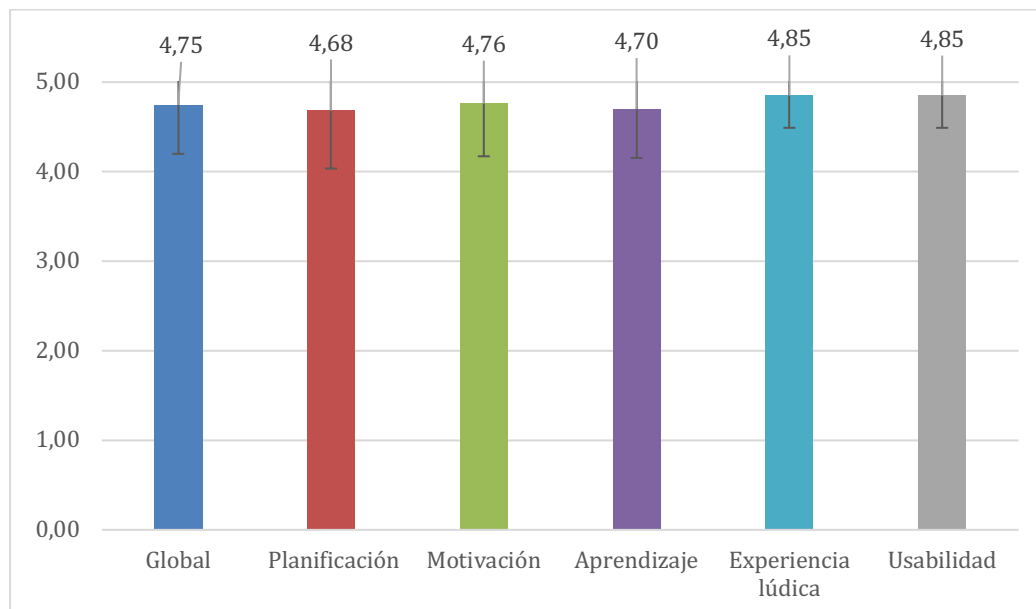


Como se puede observar en la Figura 3, el grado de satisfacción del alumnado con respecto a la intervención didáctica y al uso de la técnica *stop motion* fue muy positivo, con una valoración de 4,75. El recurso destaca por su alta usabilidad ($M = 4,85$) y su carácter lúdico ($M = 4,85$), factores que inciden en la motivación ($M = 4,76$). Esto demuestra que los alumnos no perciben la complejidad técnica del *stop motion* como una carga excesiva y que la experiencia lúdica que proporciona promueve la eficacia y el éxito del recurso.

La dimensión de planificación presenta una puntuación media elevada ($M = 4,68$), aunque con una mayor dispersión en las respuestas ($SD = 0,64$), lo que refleja una mayor heterogeneidad en la percepción del alumnado sobre los aspectos organizativos de la actividad. No obstante, esta variabilidad no compromete la valoración positiva general, ya que los participantes manifiestan haber podido superar los retos asociados a la planificación para alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos ($M = 4,70$). Estos resultados indican que, pese al mayor esfuerzo cognitivo y organizativo que requiere la actividad, el alumnado logró adaptarse a las demandas de la tarea.

Figura 3

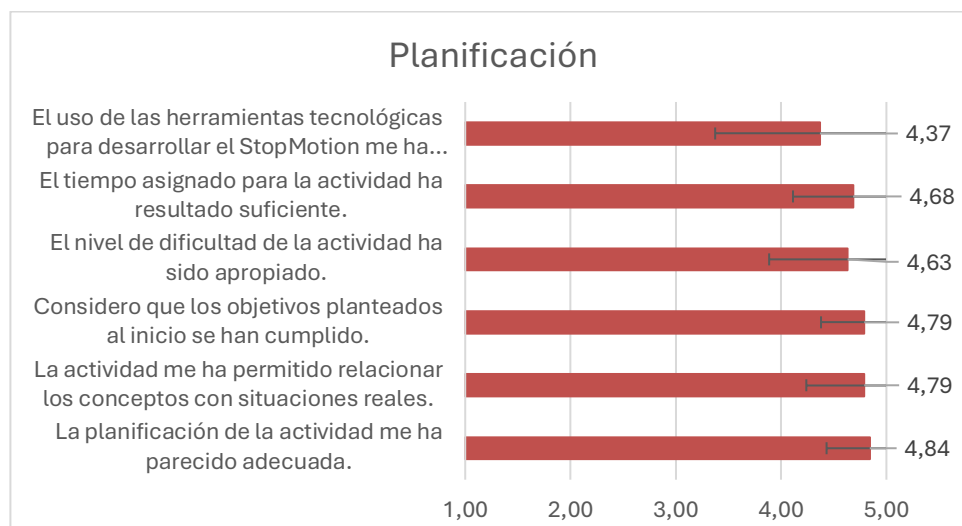
Grado de satisfacción global del alumnado respecto de la experiencia didáctica basada en la técnica stop motion.



Un análisis más detallado de la dimensión de planificación (Figura 4) muestra que el ítem peor valorado corresponde al uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo del recurso ($M = 4,37$). Este resultado pone de relieve ciertas dificultades del alumnado (en su mayoría, profesorado en formación) para integrar recursos tecnológicos en el ámbito educativo. Sin embargo, los ítems relacionados con la organización y estructuración de la actividad obtienen valoraciones muy positivas ($M = 4,84$), así como los vinculados a la conexión entre teoría y práctica ($M = 4,79$) y al logro de los objetivos planteados ($M = 4,79$). En conjunto, estos datos indican que las dificultades técnicas no impidieron una adecuada comprensión ni el desarrollo eficaz de la actividad.

Figura 4

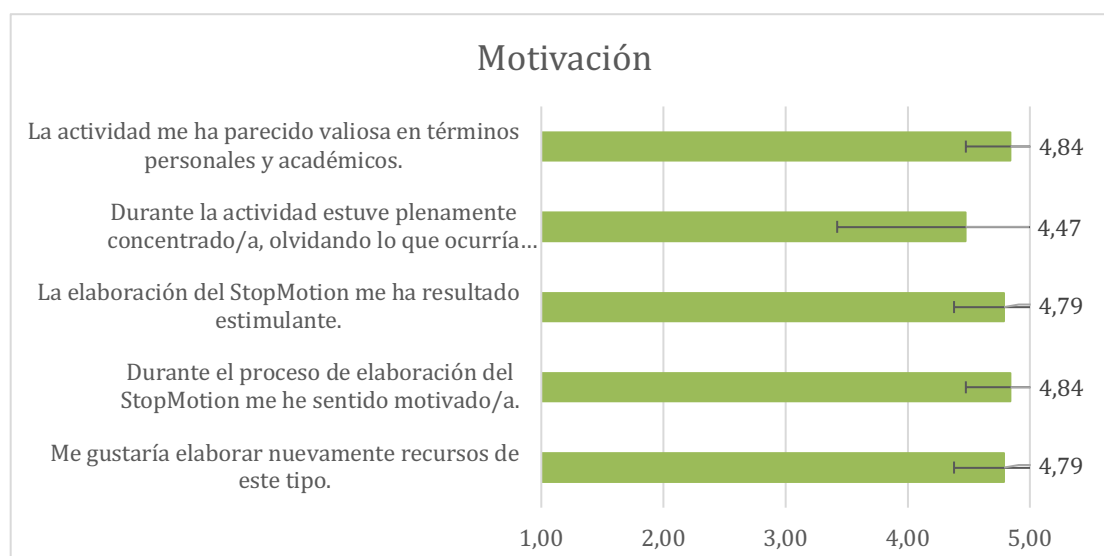
Satisfacción del alumnado respecto de la planificación de la actividad.



Respecto a la dimensión de motivación (Figura 5), el alumnado valora muy positivamente el impacto de la actividad tanto a nivel académico como personal ($M = 4,84$), así como el grado de motivación experimentado durante su desarrollo ($M = 4,84$). Asimismo, la mayoría de los participantes manifiesta su disposición a volver a elaborar un recurso de *stop motion* en el futuro ($M = 4,79$), lo que sugiere una actitud favorable hacia la reutilización de esta metodología en contextos educativos.

Figura 5

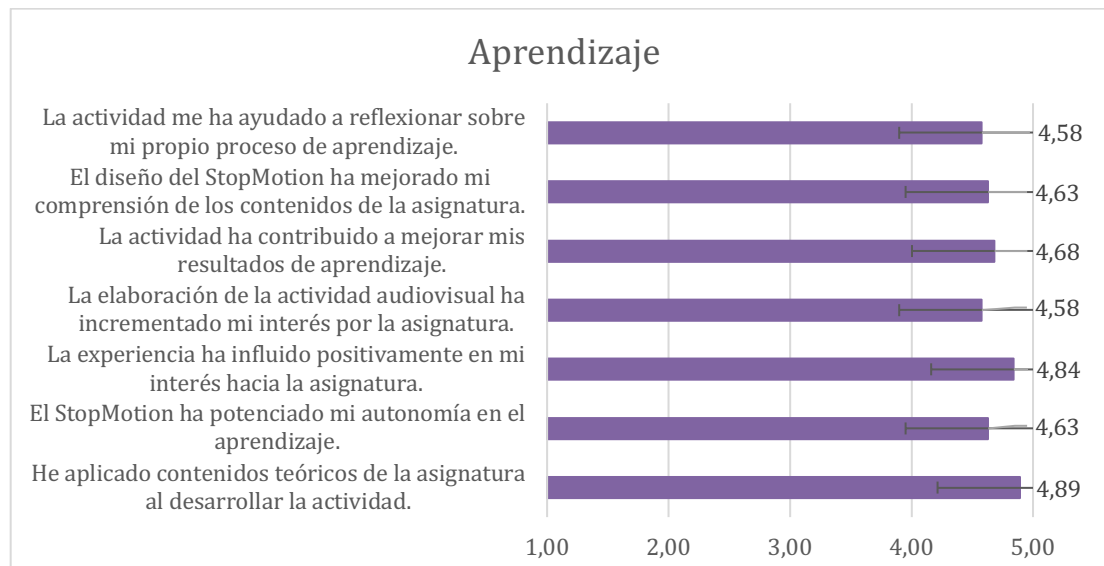
Satisfacción del alumnado respecto de la motivación generada por la actividad.



En relación con la dimensión de aprendizaje (Figura 6), los resultados indican que la elaboración del *stop motion* incrementó el interés del alumnado por la asignatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Geología ($M = 4,84$) y facilitó la conexión entre los contenidos teóricos y su aplicación práctica ($M = 4,89$). Aunque con puntuaciones ligeramente inferiores, el alumnado también reconoce que la actividad contribuyó a una mayor comprensión de los contenidos ($M = 4,63$) y a una mejora en los resultados de aprendizaje ($M = 4,68$). Estos datos sugieren que el *stop motion* se percibe no solo como una actividad motivadora, sino también como un recurso con impacto académico real, al favorecer procesos de construcción activa del conocimiento mediante la creación de un producto final tangible.

Figura 6

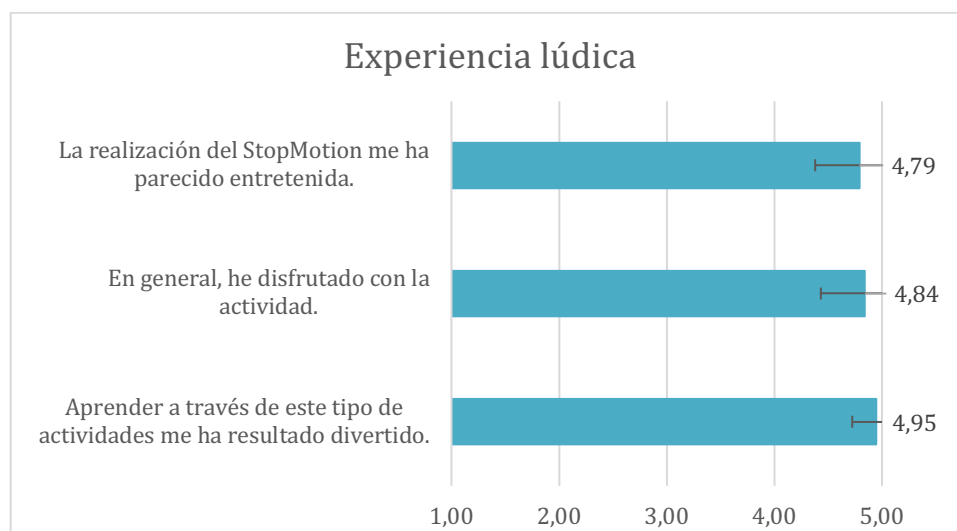
Satisfacción del alumnado en relación con el aprendizaje percibido tras la actividad.



Con respecto a la dimensión de experiencia lúdica, los participantes indican haber disfrutado con la actividad ($M = 4,79$) y consideran que aprender mediante esta herramienta resulta especialmente divertido ($M = 4,95$) (Figura 7).

Figura 7

Satisfacción del alumnado respecto del carácter lúdico de la actividad.

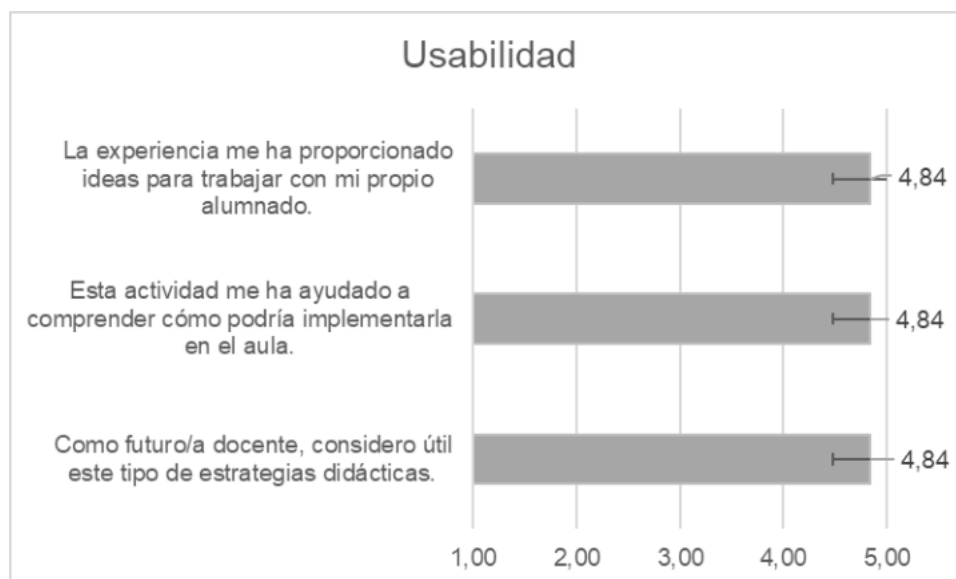


Además, los resultados de la dimensión de usabilidad muestran que el alumnado comprende el potencial del *stop motion* como recurso aplicable al aula ($M = 4,84$) y lo

valora como estrategia didáctica a integrar en futuras secuencias de enseñanza-aprendizaje ($M = 4,84$) (Figura 8).

Figura 8

Satisfacción del alumnado en relación con la usabilidad y la aplicabilidad del recurso stop motion en el aula.



Implicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje

El análisis cualitativo de las respuestas del cuestionario refleja una valoración claramente positiva del uso de la técnica *stop motion* como recurso educativo en el aula: el 100 % de las personas encuestadas declara que la utilizaría en su práctica docente. En la Tabla 3 se presentan estos resultados organizados en diferentes categorías, lo que permite identificar las finalidades didácticas atribuidas a la herramienta, así como el rol que el profesorado y el alumnado asumen en el proceso de diseño del recurso.

En relación con la utilización del *stop motion* en el aula, los datos vinculados a la planificación didáctica muestran que la finalidad más mencionada es su uso para ilustrar contenidos curriculares (frecuencia = 6), especialmente aquellos de carácter temporal o con mayor nivel de abstracción, como reacciones químicas, eras geológicas o líneas de tiempo. En menor medida, se plantea su empleo como estrategia para reforzar explicaciones ya impartidas (frecuencia = 2), lo que sugiere que el profesorado concibe esta técnica principalmente como una herramienta activa para la construcción del conocimiento, más que como un recurso meramente complementario.

Desde la perspectiva del aprendizaje, los participantes destacan el *stop motion* como un recurso que facilita la comprensión de los contenidos (frecuencia = 5) y favorece el aprendizaje significativo (frecuencia = 3). Las respuestas resaltan el carácter vivencial e innovador de la experiencia, así como su potencial para propiciar una comprensión más profunda de conceptos complejos, al requerir que el alumnado represente y conecte explícitamente los distintos elementos del contenido.

En cuanto a la motivación, el profesorado señala que el uso del *stop motion* contribuye a impulsar la participación del alumnado (frecuencia = 3), lo que se asocia con un aumento del interés y de la implicación en las actividades propuestas.

Respecto al diseño del recurso educativo, los resultados evidencian una clara preferencia por enfoques metodológicos centrados en el alumnado. En la dimensión relativa a la responsabilidad del proceso, la opción más frecuente es que sea el propio alumnado quien diseñe el recurso (frecuencia = 9), seguida de la responsabilidad compartida entre docente y alumnado (frecuencia = 7). Solo una persona considera que el recurso debería elaborarse exclusivamente por el docente (frecuencia = 1). Este enfoque se ve reforzado por las respuestas relacionadas con la planificación didáctica, en las que el profesorado define su rol principalmente como facilitador, ya sea mediante la presentación de un prototipo docente (frecuencia = 5) o mediante una guía estructurada adaptada al nivel educativo (frecuencia = 3).

Finalmente, en la dimensión de motivación y participación se destaca la implicación activa del alumnado durante el proceso de creación (frecuencia = 8). Aunque se reconoce que la técnica exige un periodo inicial de aprendizaje, esta inversión se percibe como asumible y se asocia a un elevado potencial formativo. Las consideraciones técnicas y de usabilidad apenas se mencionan (frecuencia = 1), lo que indica que no se perciben como un obstáculo relevante para la implementación del *stop motion* en el aula.

Tabla 3
Resultados del estudio cualitativo

Dimensión	Código	Frecuencia	Ejemplos de respuestas
<i>¿Usarías la técnica de Stop motion en tu aula? ¿Con qué finalidad?</i>			
Planificación didáctica	Uso para ilustrar contenidos	6	“Reacciones químicas, eras geológicas” “Lo usaría para actividades que están relacionadas con líneas de tiempo”
	Reforzar explicaciones	2	“Para que los alumnos se fijasen en los detalles del proceso geológico que quieren representar”
Aprendizaje	Facilitar comprensión	5	“Lo usaría para actividades que están relacionadas con líneas de tiempo”
	Favorecer aprendizaje significativo	3	“Como medio tecnológico e innovador y significativo para los estudiantes, ya que es vivencial dicha experiencia”
Motivación	Impulsar participación	3	“Lo usaría para generar motivación en los estudiantes”
<i>¿Realizarías tú el recurso educativo o pedirías a tus alumnos que lo diseñaran?</i>			
Planificación didáctica	Prototipo docente	5	“Les enseñaría un prototipo y después les pediría que lo hicieran ellos”
	Guía estructurada	3	“Considero que entre todos podemos elaborarlo, ya que hay que tener en cuenta el grado al que vaya dirigido”
Responsable del proceso	Docente	1	“Lo elaboraría y les enseñaría a los estudiantes”
	Alumnado	9	“Les pediría que lo diseñaran para que desarrollen habilidades durante el proceso”

	Responsabilidad compartida	7	“Realizaría uno como ejemplo, ya que realmente me encantó y por supuesto, les pediría que ellos diseñaran el suyo, porque me pareció que en el proceso se aprenden contenidos que pueden resultar muy complejos, de una manera entretenida y fácil”
Motivación participación	Implicación del alumnado	8	“Lleva algo de tiempo en aprender a hacer, pero una vez logrado, se aprende muchísimo”
Usabilidad gestión	Consideraciones técnicas	1	“Sí, teniendo en cuenta el uso de las nuevas tecnologías por parte de jóvenes en el aula”

DISCUSIÓN

El presente estudio piloto tenía como objetivo analizar el potencial de la técnica *stop motion* como recurso mediador del aprendizaje en ciencias de la Tierra en la formación del profesorado, así como explorar su impacto percibido en la motivación y en la intención de uso futuro en el aula de secundaria y bachillerato. En conjunto, los resultados muestran valoraciones muy positivas del alumnado participante, tanto en términos de satisfacción general como de aprendizaje, motivación y usabilidad del recurso, lo que respalda la viabilidad de su integración sistemática en programas de formación docente.

El desarrollo de los proyectos implicó una intensa actividad cognitiva y reflexiva: el alumnado tuvo que seleccionar los elementos esenciales del fenómeno, simplificarlos sin perder rigor y diseñar una secuencia visual coherente que facilitara la comprensión de su dinámica. Este proceso se alineó con los principios de la modelización científica (Justi & Gilbert, 2002), al requerir que los estudiantes analizaran, representaran y comunicaran procesos geológicos complejos. Más allá del resultado técnico, la experiencia favoreció la reflexión sobre cómo los modelos visuales pueden facilitar la comprensión en el aula y estimular el pensamiento científico y creativo, lo que confirma el potencial del *stop motion* como herramienta integradora en la formación del profesorado.

En primer lugar, los datos cuantitativos reflejan un alto grado de satisfacción con la experiencia formativa. A pesar de que la mitad del alumnado no conocía previamente la técnica *stop motion* y que solo una proporción muy reducida la había utilizado con fines educativos, la intervención se percibe como clara, bien organizada y alineada con los objetivos de la asignatura. La puntuación media elevada en la dimensión de planificación, aun con cierta dispersión, indica que el alumnado percibe la actividad como exigente pero manejable, y que es capaz de superar las demandas organizativas para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Este resultado es coherente con la literatura que señala que las tareas de modelización bien diseñadas, aunque cognitivamente demandantes, pueden favorecer una comprensión más profunda y una mayor apropiación del conocimiento científico (Justi, 2006; Gilbert & Justi, 2016).

Por otro lado, las dimensiones de motivación, experiencia lúdica y usabilidad alcanzan puntuaciones especialmente altas. El alumnado declara haber disfrutado con la actividad, percibirla como divertida y estar dispuesto a repetir la experiencia en el

futuro. Asimismo, reconoce su utilidad como estrategia didáctica aplicable al aula y manifiesta una clara intención de incorporarla en su práctica profesional. Estos hallazgos se alinean con aportaciones previas que destacan el papel de las producciones audiovisuales generadas por el alumnado en el incremento de la motivación intrínseca, la autoeficacia y el compromiso sostenido con la tarea (Deci & Ryan, 2000; Muhammad et al., 2022; Puspita et al., 2019). La experiencia de diseñar y producir una animación propia permite al alumnado ejercer un control elevado sobre el proceso, tomar decisiones y percibir competencia, dimensiones centrales en la teoría de la autodeterminación (Deci & Ryan, 2000).

En relación con el aprendizaje, los resultados evidencian que el *stop motion* no se percibe únicamente como un recurso motivador, sino como una experiencia con impacto académico. El alumnado indica que la actividad ha favorecido la conexión entre los contenidos teóricos de la asignatura y su aplicación práctica, ha incrementado su interés por la materia y ha contribuido a mejorar su comprensión y resultados de aprendizaje. Estas percepciones son consistentes con estudios que muestran que las representaciones visuales dinámicas, como animaciones y simulaciones, facilitan la comprensión relacional de procesos complejos y fomentan una reorganización más profunda del conocimiento (Ainsworth, 2006; McElhaney et al., 2015; Evagorou et al., 2015).

Desde la perspectiva de la modelización científica, la experiencia desarrollada sitúa al alumnado como prosumidor de representaciones, tal como plantea la literatura sobre los medios digitales generados por estudiantes (Wishart, 2017; Farrokhnia et al., 2020; Hoban, 2013). Al diseñar sus animaciones, los participantes deben seleccionar los elementos esenciales del fenómeno geológico, simplificarlos sin perder el rigor científico y organizarlos en una secuencia visual coherente. Este proceso implica tomar decisiones epistémicas sobre qué representar, cómo hacerlo y con qué finalidad didáctica, lo que se vincula directamente con la construcción y revisión de modelos mentales y con el desarrollo del pensamiento científico (Justi & Gilbert, 2002; Gilbert, 2010).

Los resultados cualitativos refuerzan esta interpretación. El profesorado en formación identifica el *stop motion* como un recurso especialmente útil para ilustrar contenidos de elevada abstracción o que se desarrollan en escalas temporales complejas, como las eras geológicas, los procesos tectónicos o las líneas de tiempo. Asimismo, destaca su potencial para facilitar la comprensión y promover un aprendizaje significativo, subrayando el carácter vivencial e innovador de la experiencia. Estas apreciaciones son coherentes con los retos ampliamente documentados en la enseñanza de la geología, donde la dificultad para visualizar procesos y escalas de tiempo favorece el mantenimiento de concepciones alternativas (Brusi et al., 1994; Pedrinaci, 2003; Chakour et al., 2019; Taber, 2017). En este sentido, la elaboración de modelos audiovisuales por parte del propio alumnado se revela como una vía prometedora para hacer visibles procesos invisibles o no directamente observables.

Otro aspecto relevante es la configuración del rol docente que emerge del análisis cualitativo. La mayoría de los participantes se inclina por que sea el alumnado quien diseñe el recurso, con un acompañamiento del profesorado a través de prototipos y

guías estructuradas. Este enfoque coincide con las propuestas de la literatura sobre *Slowmation* y medios digitales generados por estudiantes, que enfatizan el papel del profesorado como mediador y diseñador de entornos de aprendizaje, más que como proveedor único de recursos (Hoban & Ferry, 2006; Hoban & Nielsen, 2013; Hoban et al., 2015). La responsabilidad compartida en el diseño del recurso favorece, además, la reflexión metacognitiva sobre las propias decisiones didácticas y la naturaleza de los modelos visuales que se ponen a disposición del alumnado de secundaria y bachillerato.

A pesar de estas valoraciones positivas, el estudio también identifica ciertas dificultades técnicas asociadas al uso de herramientas digitales para la elaboración del recurso, lo que se refleja en la puntuación relativamente menor de uno de los ítems de planificación. Este hallazgo resulta especialmente relevante por tratarse de profesorado en formación en un contexto 100 % online, donde el dominio de los recursos tecnológicos constituye una competencia profesional clave. No obstante, las dificultades señaladas no parecen constituir una barrera significativa, pues no impiden la realización de la actividad ni comprometen la satisfacción global. Más bien apuntan a la necesidad de proporcionar un andamiaje técnico inicial más explícito y recursos de apoyo (tutoriales, ejemplos graduados, plantillas de guion gráfico) que faciliten la apropiación progresiva de la herramienta, en línea con lo propuesto por Farrokhnia et al. (2020).

Limitaciones y líneas de investigación futura

Como estudio piloto, los resultados deben interpretarse con cautela. En primer lugar, el tamaño muestral es reducido ($N = 20$) y corresponde a una tasa de respuesta parcial sobre el total de estudiantes que realizaron la actividad. Este hecho limita la generalización de los resultados y sugiere la posibilidad de sesgos de auto-selección, puesto que quienes respondieron al cuestionario podrían ser precisamente quienes mostraron mayor interés o satisfacción con la experiencia.

En segundo lugar, los datos se basan en autoinformes de percepción, sin medidas objetivas complementarias de aprendizaje ni comparaciones con otras metodologías. Si bien las percepciones del alumnado constituyen un indicador relevante de aceptabilidad, motivación e intención de uso futuro, sería deseable contrastarlas en investigaciones posteriores mediante diseños cuasiexperimentales que incorporen medidas de rendimiento académico, análisis de los productos elaborados y seguimiento de la implementación real en aulas de secundaria y bachillerato.

En tercer lugar, el estudio se desarrolla en el contexto específico de una asignatura de un máster en línea en una universidad española, lo que configura un entorno particular en términos de perfil del alumnado, de los recursos disponibles y de la cultura digital. Futuras investigaciones podrían explorar la transferencia de esta experiencia a otros contextos formativos.

Por último, sería pertinente profundizar en el análisis de las producciones audiovisuales generadas por el alumnado, así como en los procesos de interacción y reflexión que se dan durante su elaboración (guionización, negociación de significados, revisión de secuencias, etc.). Estudios de corte cualitativo o de investigación basada en el diseño podrían aportar información valiosa sobre cómo evoluciona la comprensión

de los procesos geológicos y las concepciones alternativas cuando el alumnado se implica de manera prolongada en este tipo de tareas de modelización.

CONCLUSIONES

El estudio piloto realizado sugiere que la técnica *stop motion* se percibe como un recurso didáctico satisfactorio, motivador y útil para la enseñanza de contenidos de ciencias de la Tierra en la formación inicial del profesorado, que muestra disposición a incorporarla en contextos reales de aula. La elaboración de animaciones sitúa al alumnado en un rol activo de autor de representaciones científicas y favorece la comprensión de procesos geológicos complejos al traducirlos en secuencias visuales comprensibles y al conectar teoría y práctica. Además, el profesorado en formación tiende a concebir el *stop motion* como un recurso que debe diseñarse principalmente por el alumnado, con un acompañamiento docente mediante prototipos y guías estructuradas, lo que respalda la pertinencia de integrar en la formación experiencias que modelen enfoques centrados en el estudiante e incluyan apoyos técnicos y conceptuales. En conjunto, la experiencia desarrollada apunta al potencial de la técnica *stop motion* como herramienta pedagógica para facilitar la modelización de conceptos clave de las ciencias de la Tierra, promover la reflexión didáctica e impulsar prácticas docentes más creativas, participativas y alineadas con los retos actuales de la educación científica.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al alumnado participante en esta experiencia didáctica, cuya implicación, creatividad y entusiasmo hicieron posible el desarrollo del proyecto. De manera especial, queremos reconocer la colaboración de quienes autorizaron el uso público de sus producciones: Julio César Díaz, Ana San José, Celia Cegarra, Miguel Arribas y Eva Herrero. Su generosidad al compartir los materiales elaborados como recursos educativos abiertos representa un valioso ejemplo de compromiso con la innovación y la mejora colectiva de la enseñanza de las ciencias. El equipo de investigación declara haber utilizado la herramienta de inteligencia artificial generativa ChatGPT (OpenAI) exclusivamente como apoyo en tareas de redacción y edición de texto. El diseño del estudio, la recogida y el análisis de los datos, así como la interpretación de los resultados, fueron realizados íntegramente por los autores. Todo el contenido asistido por IA ha sido revisado y validado por los autores, quienes asumen la plena responsabilidad sobre la versión final del manuscrito y garantizan su originalidad.

APORTACIÓN DE CADA CONTRIBUYENTE

Guiomar Garrido Álvarez-Coto: Conceptualización; Investigación; Redacción – borrador original; Validación.

Ainhoa Arana-Cuenca: Metodología; Análisis formal; Redacción – revisión y edición; Validación.

Virginia Pascual López: Recogida de datos; Metodología; Redacción – revisión y edición; Validación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Brusi, D., Pallí, L. & Mas, J. (1994). El espacio y el tiempo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(1), 44-54.
- Chakour, R., Alami, A., Selmaoui, S., Eddif, A., Zaki, M., & Boughanmi, Y. (2019). Earth Sciences Teaching Difficulties in Secondary School: A Teacher's Point of View. *Education Sciences*, 9(3), 243. <https://doi.org/10.3390/educsci9030243>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsden, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to “seeing” how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>
- España Palop, E. (2024). Creación de vídeos didácticos o cómo llevar las charlas TED al aula. *El Guiniguada*, 33, 132–149.
<https://doi.org/10.20420/ElGuiniguada.2024.720>
- Farrokhnia, M., Meulenbroeks, R. F., & van Joolingen, W. R. (2020). Student-Generated Stop-Motion Animation in Science Classes: a Systematic Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 29(6), 797–812. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09857-1>
- Gilbert, J.K. (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In: Gilbert, J.K., Reiner, M., Nakhleh, M. (eds) *Visualization: Theory and Practice in Science Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 3. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5267-5_1
- Gilbert, J. K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1–19.
- Gilbert, J.K., & Justi, R. (2016). Facing the Challenges to Science Education in Schools: The Contribution of Modelling. In: *Modelling-based Teaching in Science Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 9. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_1
- Hertzog, M. A. (2008). Considerations in determining sample size for pilot studies. *Research in Nursing & Health*, 31(2), 180-191. <https://doi.org/10.1002/nur.20247>

- Hoban, G. (2007). Using slowmation to engage preservice elementary teachers in understanding science content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7(2), 75–91.
- Hoban, G. (2013). Narrative, slowmation and modelling in science education. In R. Tytler et al. (Eds.), *Constructing Representations to Learn in Science* (pp. 141–157). Sense Publishers.
- Hoban, G., & Nielsen, W. (2013). Learning Science through Creating a ‘Slowmation’: A case study of preservice primary teachers. *International Journal of Science Education*, 35(1), 119–146. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.670286>
- Hoban, G., Nielsen, W., & Shepherd, A. (Eds.). (2015). *Student-generated Digital Media in Science Education: Learning, explaining and communicating content* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315735191>
- Hoban, G. & Ferry, B. (2006). *Teaching science concepts in higher education classes with slow motion animation (slowmation)*. University of Wollongong. Conference contribution. <https://hdl.handle.net/10779/uow.27794439.v1>
- Johanson, G. A., & Brooks, G. P. (2010). Initial scale development: Sample size for pilot studies. *Educational and Psychological Measurement*, 70(3), 394–400. <https://doi.org/10.1177/0013164409355692>
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Models and Modelling in Chemical Education. In: Gilbert, J.K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D.F., Van Driel, J.H. (eds) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Science & Technology Education Library, vol 17. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_3
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819>
- McElhaney, K. W., Chang, H. Y., Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2015). Evidence for effective uses of dynamic visualisations in science curriculum materials. *Studies in Science Education*, 51(1), 49–85. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.984506>
- McNeish, D. (2018). Thanks coefficient alpha, we’ll take it from here. *Psychological Methods*, 23(3), 412–433. <https://doi.org/10.1037/met0000144>
- Muhammad, H., Hidayat, T., Ridwan, M. & Wibowo, S. (2022). The Effect of Stop Motion Learning Media on Learning Motivation. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14. 4637-4644. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i3.2264>
- Orraryd, D. (2021). Making science come alive: Student-generated stop-motion animations in science education. *Linköping Studies in Science and Technology Education*, 110. <https://doi.org/10.3384/9789179294844>
- Pedrinaci, E. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la geología en M.P. Jiménez Aleixandre (Coord.) *Enseñar Ciencias* (pp. 147-174). Graó.
- Puspita, S., Slamet, Y., & Sumarwati, S. (2019). Stop motion animation as a learning media to write a short story. *Proceedings of the 1st Seminar and Workshop on Research Design, for Education, Social Science, Arts, and Humanities (SEWORD FRESSH 2019)*. <https://doi.org/10.4108/eai.27-4-2019.2286798>
- Revelle, W., & Zinbarg, R. E. (2009). Coefficients alpha, beta, omega, and the GLB: Comments on Sijsma. *Psychometrika*, 74(1), 145–154. <https://doi.org/10.1007/s11336-008-9102-z>
- Rodríguez-Berrios, R. R., Muñoz-Hernández, L., & Rivera-González, U. (2025). Student-generated stop-motion videos for assessing reaction mechanisms in the

- laboratory of organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 102(2), 935–942.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01020>
- Ru, Y., Zhu, L., Sun, D., & Wei, B. (2024). Developing a stop-motion animation in improving junior secondary students' learning in chemistry lab: An exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 101(16).
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01203>
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. and Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 632-654.
<https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Sijtsma, K. (2009). On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's alpha. *Psychometrika*, 74(1), 107–120.
<https://doi.org/10.1007/s11336-008-9101-0>
- Taber, K. S. (2017). Models and modelling in science and science education. En K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education: An International Course Companion* (pp. 263 278). Sense Publishers.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. Bantam Books.
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262.
<https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1017>
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153.
<https://doi.org/10.1080/095006999290110>
- Wishart, J. (2017). Exploring How Creating Stop-Motion Animations Supports Student Teachers in Learning to Teach Science. *Journal of Research on Technology in Education*, 49(1–2), 88–101. <https://doi.org/10.1080/15391523.2017.1291316>