*Ápice. Revista de Educación Científica,* 10(2), 2026 DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2026.10.2.13099
Sección. Innovación en educación científica ISSN: 2531-016X
BY-SA

# Haciendo experi-mentos: utilización de una experiencia viral de gran impacto para indagar y modelizar

**Inmaculada Navarro Giménez**[1] **y** **Lorenzo Hernández Villalobos**[2]

[1]IES La Puebla, Puebla de Vícar, Almería, España. [2]IES Gádor - Francisco Javier Román; Grupo Sensociencia, Universidad de Almería, Almería, España.

[Recibido: 29 enero 2026, Revisado: 6 abril 2026, Aceptado: 3 septiembre 2026]

**Resumen:** Este trabajo presenta el diseño de una secuencia didáctica de Física y Química de Secundaria basada en el experimento de la Erupción de Coca-Cola y Mentos, desde un enfoque de indagación y modelización. Mediante el marco IBSE (Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación), el alumnado formula preguntas investigables, diseña experimentos y construye modelos explicativos para comprender el concepto de nucleación, integrado en el bloque de La Materia. La propuesta incluye contextualización curricular, secuenciación de actividades y evaluación formativa alineada con las competencias STEM y la LOMLOE.

**Palabras clave:** indagación científica, modelización científica, Física y Química, nucleación.

## Experi-Mentos-ing: Using a High-Impact Viral Experience for Scientific Inquiry and Modelling

**Abstract:** This article presents a design for a secondary-school physics and chemistry teaching sequence based on the Coca-Cola and Mentos Eruption experiment, using a modelling and inquiry-based methodology. In accordance with the Inquiry-Based Science Education (IBSE) framework, students are tasked with formulating researchable questions, designing experiments, and constructing explanatory models to understand the concept of nucleation as part of the Matter section of the syllabus. The proposal includes curricular contextualisation, activity sequencing, and formative assessment in line with STEM competencies and the LOMLOE education reform.

**Keywords:** scientific inquiry, scientific modelling, physics and chemistry, nucleation.

Para citar el artículo. Navarro Giménez, I., y Hernández Villalobos, L. (2026). Haciendo experimentos: utilización de una experiencia viral de gran impacto para indagar y modelizar. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 10(2), 2301. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2026.10.2.13099
Contacto. lhv088@ual.es; inavgim267@g.educaand.es

## Del experimento espectacular a la secuencia didáctica: fundamentos y justificación de la propuesta

La enseñanza de las ciencias requiere estrategias que motiven al alumnado, fomenten el pensamiento crítico y la participación activa. Experimentos virales (Anexo I), como la Erupción de Coca-Cola y Mentos (en adelante ECCyM; Figura 1), resultan muy atractivos; sin embargo, su potencial educativo puede perderse si no se integran en secuencias didácticas que promuevan la explicación, la reflexión científica y la indagación (Harlen, 2001). El ECCyM permite explorar fenómenos como nucleación, liberación de gas en líquidos carbonatados y cinética química, conectando la curiosidad inicial con procesos de indagación estructurados y cuantificables, fomentando la construcción de explicaciones y argumentación basada en evidencias (Kuntzleman et al., 2020, 2021).




**Figura 1**. *Una botella de Coca Cola tras insertar un paquete de Mentos*.
Fuente: Wikipedia. Autor: Michael Murphy. 2007

Diversos estudios señalan que la enseñanza basada en indagación desarrolla habilidades de investigación, fomenta la formulación de preguntas e hipótesis y favorece la alfabetización científica y el pensamiento crítico (Furtak et al., 2012; Urdanivia Alarcón et al., 2023; Pozuelo-Muñoz et al., 2025). No obstante, su implementación plantea desafíos, ya que la experimentación puede eclipsar la construcción de explicaciones científicas (Morris, 2025) y la indagación requiere un adecuado equilibrio entre autonomía y guía docente para favorecer el aprendizaje (Kirschner et al., 2006; Lazonder y Harmsen, 2016).

La espectacularidad visual del experimento no constituye el objetivo didáctico de esta propuesta, sino el elemento de enganche inicial que facilita la activación cognitiva del alumnado. Siguiendo las aportaciones de Harlen (2001), la curiosidad y el interés generados por fenómenos llamativos pueden actuar como punto de partida para el aprendizaje científico, siempre que se orienten hacia la formulación de preguntas y la búsqueda de explicaciones fundamentadas. En este sentido, el impacto inicial del fenómeno se utiliza como recurso motivador que predispone al alumnado a implicarse en la indagación.

La secuencia está diseñada precisamente para evitar que el denominado *wow factor* eclipse la comprensión conceptual, reconduciendo progresivamente la sorpresa inicial hacia la formulación de preguntas y la construcción de explicaciones científicas sobre la nucleación de burbujas en la interacción entre la Coca-Cola y los Mentos.

Precisamente para canalizar ese potencial motivador hacia una comprensión científica profunda, se presenta una secuencia didáctica de Física y Química para 2.º de ESO basada en ciclos de indagación (Jiménez-Liso et al., 2020) y modelización (Couso y Garrido-Espeja, 2017), que integra prácticas científicas fundamentales en consonancia con los saberes básicos establecidos por la LOMLOE, especialmente en los bloques A y B (Real Decreto 217/2022)

Este trabajo debe entenderse como una propuesta de innovación didáctica fundamentada en el diseño. Aunque la secuencia ha sido implementada en contexto real de aula, el presente artículo no pretende ofrecer resultados empíricos concluyentes sobre aprendizaje, sino presentar una arquitectura didáctica teóricamente validada, curricularmente alineada y metodológicamente replicable. Su valor reside en ofrecer al profesorado una secuencia estructurada susceptible de ser adaptada, implementada y evaluada en distintos contextos educativos.

## Objetivos

El propósito central de este trabajo es diseñar y fundamentar una secuencia didáctica de indagación-modelización para 2.º de ESO que utiliza el experimento de la ECCyM como contexto para transformar un fenómeno de alto impacto visual en una experiencia de alfabetización científica rigurosa.

De forma específica, se plantean los siguientes objetivos:

- Justificar el uso de experimentos de alta carga motivacional en el aula de Física y Química, analizando cómo el denominado *wow factor* puede actuar como elemento de activación cognitiva cuando se integra en un marco de indagación guiada (IBSE).
- Diseñar una secuencia didáctica original que articule de forma progresiva un ciclo de indagación orientado al control de variables y la formulación de preguntas investigables, con un ciclo de modelización microscópica centrado en la construcción y validación de explicaciones sobre nucleación heterogénea.
- Estructurar actividades orientadas al desarrollo de la argumentación científica, incorporando el modelo de Toulmin como herramienta para favorecer la justificación de conclusiones basadas en evidencias experimentales.
- Integrar dinámicas de trabajo colaborativo que promuevan el contraste de hipótesis, la discusión de modelos explicativos y la construcción colectiva de conocimiento científico.
- Diseñar un sistema de evaluación formativa alineado con la LOMLOE que permita valorar el progreso del alumnado en competencias científicas.

## Marco teórico

### El experimento de la ECCyM: análisis físico-químico y su uso como herramienta didáctica.

La rugosidad superficial de los Mentos es clave en la reacción con bebidas carbonatadas, proporcionando numerosos sitios de nucleación micrométricos (1–3 μm) que aceleran la desgasificación de $CO_2$ mediante nucleación heterogénea (Kuntzleman et al.,

2020; Kuntzleman et al., 2021). Estudios recientes muestran que la composición química del caramelo y del refresco influye menos de lo previsto en la formación de burbujas (Kuntzleman et al., 2020, 2021). Otros iniciadores, como la tiza o los caramelos Lifesavers, también inducen géiseres, ampliando las posibilidades experimentales para el estudio del fenómeno (Kuntzleman et al., 2018).

En conjunto, el experimento tiene alto valor pedagógico para comprender solubilidad de gases, nucleación, cinética, termodinámica, dinámica de fluidos y física de fenómenos explosivos (Coffey, 2008). Su eficacia didáctica depende del diseño experimental y la reflexión guiada, promoviendo competencias científicas como formulación de hipótesis, control de variables (Hernández Villalobos, 2014) y análisis crítico (Abrahams y Millar, 2008), y su simplicidad permite combinar teoría y práctica en distintos niveles educativos (Kuntzleman et al., 2020; Coffey, 2008).

## Indagación, argumentación y modelización en la enseñanza de las ciencias: fundamentos teóricos y potencial educativo

La Enseñanza de las Ciencias basada en la Indagación (IBSE, *Inquiry-Based Science Education*) se ha consolidado como uno de los enfoques más relevantes en didáctica de las ciencias al situar al alumnado como agente activo en la construcción del conocimiento científico mediante la formulación de preguntas, el análisis de evidencias y la elaboración de explicaciones fundamentadas (Pedaste et al., 2015). Sustentada en perspectivas constructivistas y socioculturales del aprendizaje, la indagación promueve la participación del alumnado en prácticas próximas a las de la actividad científica, favoreciendo el desarrollo del razonamiento y la alfabetización científica (Furtak et al., 2012).

Desde esta perspectiva, la indagación puede entenderse como un proceso estructurado en fases interrelacionadas —orientación, conceptualización, investigación, conclusión y discusión— que reflejan prácticas auténticas de la ciencia escolar (Pedaste et al., 2015). No obstante, la evidencia empírica muestra que su eficacia depende de un equilibrio entre autonomía y andamiaje, siendo más efectivos los diseños que evitan tanto la sobreestructuración como la ausencia de guía docente (Lazonder y Harmsen, 2016). Asimismo, un diseño didáctico adecuado requiere integrar la indagación con otros procesos epistémicos. Entre ellos, la modelización contribuye a la construcción y revisión de explicaciones científicas (Morris, 2025), mientras que la argumentación permite justificar y evaluar dichas explicaciones a partir de evidencias empíricas (Driver et al., 2000), favoreciendo formas de razonamiento más rigurosas y fundamentadas mediante la interacción y el debate científico (Osborne et al., 2004).

De forma complementaria, la modelización ocupa un lugar central en los enfoques de *model-based inquiry*, al constituir un componente esencial del razonamiento científico escolar (Windschitl et al., 2008; Gilbert y Justi, 2016). La construcción, evaluación y revisión progresiva de modelos permite establecer conexiones entre fenómenos observables y estructuras conceptuales abstractas, favoreciendo la elaboración de explicaciones causales y mecanísticas, así como la reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico (Couso y Garrido-Espeja, 2017). En este proceso, la experimentación proporciona las evidencias necesarias para revisar las hipótesis iniciales y transformarlas progresivamente en modelos explicativos cada vez más próximos al conocimiento científico consensuado (Torres et al., 2022).

La integración de indagación, argumentación y modelización resulta especialmente relevante en educación secundaria, ya que favorece que el alumnado articule observaciones empíricas con explicaciones científicas progresivamente más elaboradas (Jiménez-Liso et al., 2021). En este marco, la presente propuesta integra estas tres prácticas en torno a

fenómenos de relevancia para el alumnado, promoviendo la construcción, validación y revisión de explicaciones científicas fundamentadas en evidencias y modelos, en consonancia con los enfoques de indagación y modelización descritos en la literatura (Pedaste et al., 2015; Couso y Garrido-Espeja, 2017), y adaptándolos a una secuencia breve y curricularmente viable para 2º de ESO.

### ¿Por qué la ECCyM es una buena elección para el enfoque IBSE?

En coherencia con los fundamentos teóricos expuestos, resulta pertinente analizar por qué la ECCyM puede constituir un contexto especialmente adecuado para la implementación de propuestas de enseñanza basadas en la indagación. En este sentido, el experimento reúne condiciones que permiten plantearlo como un contexto especialmente pertinente para la aplicación de la enseñanza basada en la indagación, ya que facilita la formulación de preguntas investigables, esenciales para el trabajo científico (Furtak et al., 2012). Se distinguen distintos tipos de preguntas científicas (Hernández Villalobos, 2014), aunque solo las investigables —basadas en relaciones entre variables observables y manipulables— permiten diseñar procedimientos experimentales controlados y obtener evidencias contrastables (Ferrés Gurt, 2017). Las cuestiones que plantean una modificación de condiciones experimentales («¿Se observa alguna diferencia si…?») son las más adecuadas para guiar la experimentación (Domènech-Casal, 2014). Asimismo, su formulación constituye un elemento clave del proceso científico y favorece un aprendizaje más autónomo y significativo (Sanmartí y Márquez, 2012).

La secuencia propuesta organiza la aproximación al fenómeno en dos niveles complementarios. En un primer nivel, la indagación experimental se orienta a evidenciar la formación de burbujas a partir de materiales químicamente distintos, identificando las condiciones en las que el fenómeno observable se produce. En un segundo nivel, a partir de estos resultados empíricos, se aborda la explicación del fenómeno desde un enfoque físico mediante procesos de modelización, en particular la nucleación heterogénea. Esta progresión permite articular la observación experimental con la construcción de explicaciones, diferenciando claramente entre la obtención de evidencias y su interpretación causal.

Aunque la ECCyM constituye un recurso con gran potencial didáctico por su capacidad para despertar el interés inicial del alumnado y ejemplificar procesos de liberación rápida de $CO_2$ (Coffey, 2008; Kuntzleman et al., 2020), su aprovechamiento educativo requiere trascender su dimensión meramente espectacular y la observación macroscópica del fenómeno. En este sentido, la propuesta articula ciclos de indagación y modelización orientados tanto a la descripción del fenómeno como a la construcción de explicaciones microscópicas.

En concreto, la secuencia incorpora un proceso sistemático de elaboración, contraste y validación experimental de modelos sobre nucleación heterogénea que culmina con la observación mediante lupa de laboratorio de la rugosidad superficial de los Mentos. Este tránsito desde la observación macroscópica hasta la validación microscópica del modelo permite que el alumnado construya explicaciones causales fundamentadas y contrastables.

## Propuesta didáctica

### Presentación de la propuesta

La propuesta didáctica, dirigida a 2º de ESO en Física y Química, se basa en la indagación y la modelización, utilizando el experimento de la ECCyM como eje central para aplicar la ciencia de forma práctica, fomentar preguntas investigables y promover el trabajo colaborativo y crítico.

*Elementos curriculares: objetivos didácticos, saberes básicos y competencias*

Los objetivos didácticos son:

- Promover la curiosidad científica y la adquisición de conocimientos mediante el diseño de preguntas, la formulación de hipótesis, el diseño y ejecución de experimentos controlados, así como la recolección y análisis de datos y la elaboración de modelos explicativos bajo el enfoque de indagación-modelización.
- Desarrollar destrezas de trabajo colaborativo y comunicación científica, en línea con los saberes básicos del RD 217/2022 (bloques A y B). Más concretamente, los contenidos abarcan la nucleación, la solubilidad de gases, el fenómeno de la desgasificación en líquidos carbonatados y la influencia de la superficie de los materiales.

Según el Real Decreto 217/2022, las actividades propuestas se vinculan con los descriptores operativos STEM2, STEM3, STEM4, CPSAA3, CPSAA4, CPSAA5, CCL1 y CCL3, en relación con las competencias clave trabajadas en la intervención. En el Anexo II se recoge cómo las actividades propuestas (ver a continuación las tablas 1 y 2) permiten trabajar las competencias clave y específicas.

**Secuenciación de actividades y cronograma**

A continuación se presentan las actividades a realizar para completar las fases del ciclo de indagación-modelización. Entre paréntesis se indica si la actividad es de motivar/movilizar, activar, explorar, estructurar, aplicar y concluir. Tras las tablas 1 y 2 se presentan los ciclos de indagación (Figura 4), adaptados de Jiménez-Liso et al. (2020), y de modelización (Figura 5), basados en Couso y Garrido (2017), aplicados a la secuencia de actividades.

La propuesta se desarrolla en seis sesiones, combinando trabajo experimental y de modelización en laboratorio y aula.

La secuencia integra indagación y modelización para evitar un uso meramente espectacular del experimento: A2-A3 (variables, diseño experimental y evidencias), A5-A6 (construcción y validación de modelos sobre la nucleación heterogénea), A7-A8 (transferencia del modelo) y A9 (argumentación científica con el modelo de Toulmin). En conjunto, articula práctica experimental, modelización y construcción conceptual del conocimiento científico.

**Tabla 1.** Actividades comentadas correspondientes al ciclo de indagación

| Fase del ciclo de Indagación | Actividades comentadas y temporalización |
|---|---|
| 1. Pregunta que enganche.<br><br>2. Expresión explícita de ideas e hipótesis | **A1. Realización del experimento de la ECCyM y formulación de hipótesis** (motivar/movilizar) (1 sesión).<br><br>Se presenta el experimento de la ECCyM mediante un vídeo o una demostración experimental, acompañado de una pregunta fenomenológica formulada por el docente para el enganche inicial: *¿Por qué los Mentos producen tantas burbujas en la Coca-Cola?* Esta cuestión inicial tiene como finalidad despertar la curiosidad del alumnado, activar ideas previas y generar sorpresa ante el fenómeno observado. A partir de ella, se abre un breve debate donde los estudiantes expresan sus hipótesis iniciales y comparten explicaciones intuitivas sobre las posibles causas de la erupción. |

**Tabla 1.** Actividades comentadas correspondientes al ciclo de indagación. *Continuación*

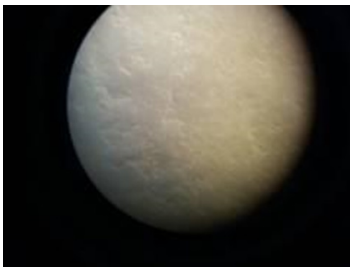
| Fase del ciclo de Indagación | Actividades comentadas y temporalización |
|---|---|
| 3. Planificar, evaluar o desarrollar un diseño para obtener pruebas.<br>4. Recopilar y expresar datos.<br>5. Buscar pruebas que confirmen o refuten las ideas iniciales. | **A2. Identificación de variables y formulación de preguntas investigables** (motivar/movilizar) (1 sesión).<br>Tras la activación inicial, el alumnado, organizado en grupos de 3 o 4 integrantes, analiza la composición de los Mentos y la Coca-Cola y responde a la pregunta investigable planteada por el docente: ¿Qué materiales o sustancias, al añadirse al refresco, generan burbujas? A partir de ella, identifica variables, formula hipótesis sobre los factores responsables de la erupción y amplía la investigación con nuevas cuestiones propuestas por el docente, como el efecto de distintas sustancias (azúcar, sal, arena o harina) o de diferentes tipos de refresco, como la Coca-Cola Zero (sin azúcar). Estas preguntas permiten al alumnado diseñar experimentos controlados, manipular variables específicas y recopilar evidencias orientadas a identificar qué características de los materiales influyen realmente en la formación de burbujas. |
| | **A3. Realiza los experimentos planteados en las preguntas investigables de la A2** (activar) (1 sesión).<br>El alumnado lleva a cabo los experimentos propuestos utilizando tubos de ensayo, en los que añade Coca-Cola y posteriormente azúcar, sal, arena o harina, registrando sus observaciones en el cuaderno de laboratorio.<br>Los resultados muestran que el fenómeno se produce con todas las sustancias añadidas, lo que obliga al alumnado a revisar sus hipótesis, pues la causa no parece estar en la composición química. A partir de este análisis, el docente plantea una nueva pregunta: *¿En qué se parecen el azúcar, la sal y la arena?* |
| 6. Obtener conclusiones y comunicarlas | **A4. Elaborar un informe de laboratorio** (estructurar) (1 sesión). Realizar informe de laboratorio para comunicar los resultados obtenidos. Se puede usar como modelo el esquema de la tabla 7 del anexo IV. |

Así, el alumnado recopila evidencias, contrasta hipótesis y extrae conclusiones sobre las variables del fenómeno. Al comprobar experimentalmente que las burbujas se forman con distintos materiales sólidos granulados, independientemente de su composición química, la indagación alcanza su límite explicativo. Surge entonces la pregunta: ¿por qué los Mentos producen tantas burbujas en la Coca-Cola? Para explicar el mecanismo físico subyacente, el docente introduce la idea de nucleación heterogénea, que el alumnado debe modelizar. Este tránsito marca el paso de la indagación experimental al ciclo de modelización científica.

**Tabla 2.** Actividades comentadas correspondientes al ciclo de modelización

| Fase del ciclo de modelización | Actividades comentadas y temporalización |
|---|---|
| 1. Problematizar.<br>2. Solicitar la expresión del modelo inicial. | **A5. Elaboración de un modelo explicativo inicial** (explorar) (½ sesión). Para iniciar el ciclo de modelización, se plantea la siguiente pregunta explicativa: *¿Puedes representar mediante un dibujo qué está ocurriendo, a nivel microscópico, cuando materiales como el azúcar, la sal, la arena o los Mentos generan burbujas al entrar en contacto con la Coca-Cola?* |

**Tabla 2.** Actividades comentadas correspondientes al ciclo de modelización. *Continuación*

<table>
<tr><th>Fase del ciclo de modelización</th><th>Actividades comentadas y temporalización</th></tr>
<tr><td>3. Ayudar a poner a prueba el modelo<br><br>4. Generar nuevos puntos de vista<br><br>5. Facilitar la reestructuración de ideas</td><td>A6. Pon en común tu dibujo con el de tus compañeros (explorar) (½ sesión)<br><br>El alumnado compara su dibujo con el de sus compañeros analizando semejanzas y diferencias, y utiliza su modelo para explicar por qué los Mentos producen burbujas. Luego busca información en Internet sobre materiales porosos y formación de burbujas para comprobar si coincide con su modelo.<br><br>A partir de los modelos basados en la porosidad, se explica por qué azúcar, sal y arena generan burbujas en la Coca-Cola, y este mismo modelo se extrapola a los Mentos, pese a que su superficie no parece rugosa a simple vista. Así surge una nueva hipótesis: si los Mentos producen burbujas como las demás sustancias, podría ser porque también son porosos. Para comprobarlo, se observa su superficie con una lupa de laboratorio (Figura 2), donde se aprecia su rugosidad (Figura 3), confirmando la hipótesis y el modelo elaborado.<br><br><br>Figura 2. Uso de la lupa para observar un caramelo Mentos<br><br><br>Figura 3. Rugosidad de la superficie de un mento visto con lupa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6. Promover la aplicación y la transferencia del modelo consensuado</td><td>A7. Usa tu modelo para explicar esta situación cotidiana: añadimos champán a dos copas. En una de ellas aparecen muchas burbujas y en la otra, pocas burbujas. ¿Cuál de las dos copas está fabricada con un cristal de mejor calidad (más pulido)? (estructurar) (½ sesión).<br><br>En una copa de cristal de mala calidad suelen aparecer más burbujas porque su superficie presenta pequeñas imperfecciones o irregularidades (como arañazos o porosidades). Estas rugosidades actúan como “sitios nucleadores”, es decir, puntos donde se acumula el gas disuelto en la bebida y se forman burbujas más fácilmente. En cambio, una copa de cristal de alta calidad tiene una superficie más lisa, lo que reduce los sitios nucleadores y, por lo tanto, la cantidad de burbujas.<br><br>A8. Propón un nuevo fenómeno donde puedas aplicar tu modelo para explicarlo (aplicar) (½ sesión).</td></tr>
<tr><td>A.9. Escribe un ensayo breve donde se explique el fenómeno y el modelo que has usado para explicarlo (estructurar) (1 sesión)<br><br>El alumnado puede utilizar el modelo argumentativo de Toulmin (1959) (tabla 8, Anexo IV) para elaborar un ensayo sobre el proceso desarrollado.</td></tr>
</table>

***Ciclos de indagación-modelización aplicados a la secuencia didáctica.***

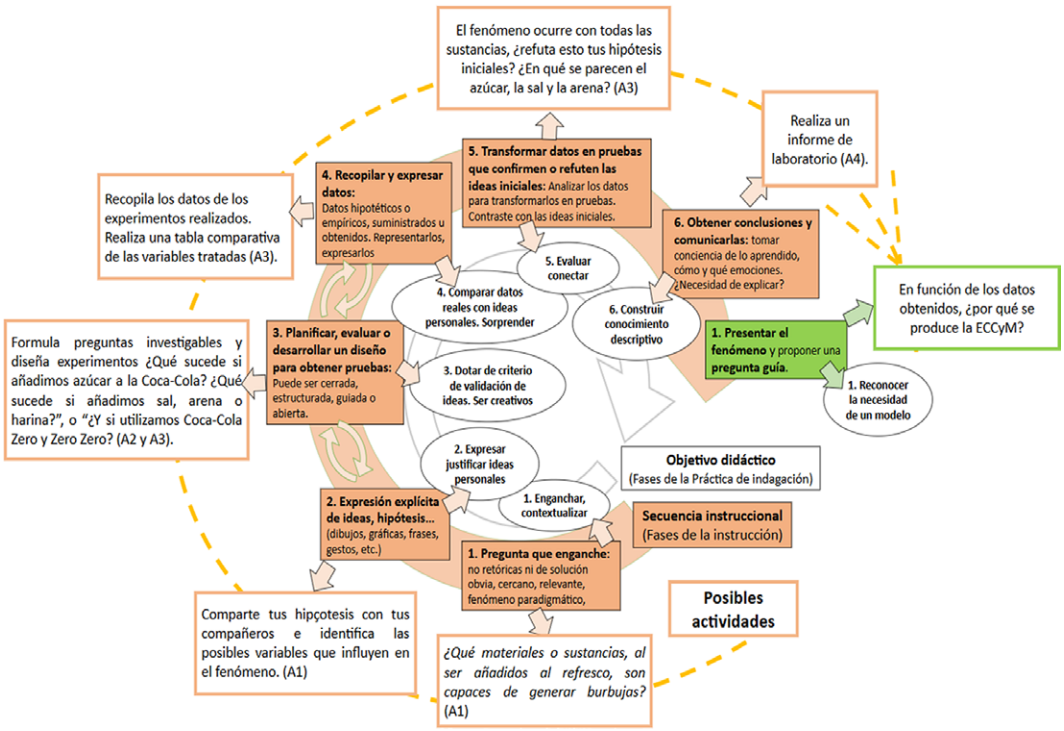



**Figura 4.** Ciclo de indagación aplicado a la ECCyM

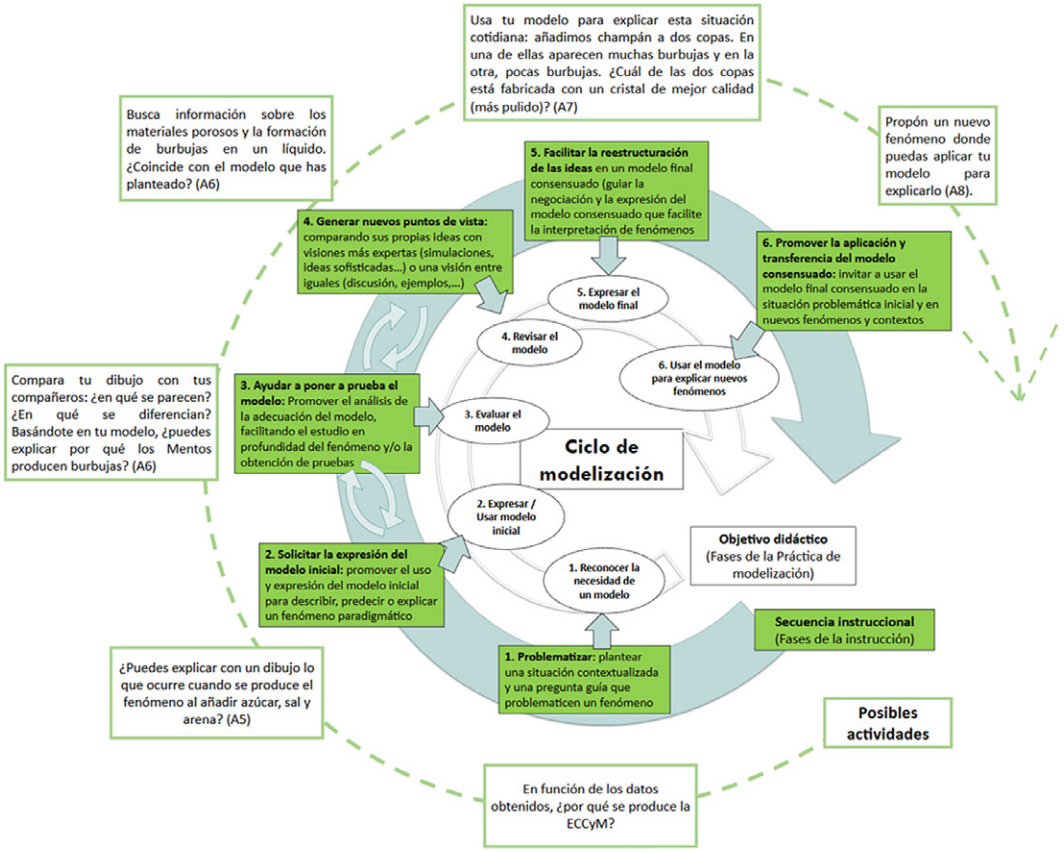



**Figura 5.** Ciclo de modelización aplicado a la ECCyM

El carácter evaluable de la propuesta se garantiza mediante un sistema de evaluación formativa alineado con los descriptores operativos de la LOMLOE y concretado en rúbricas, registros de observación y producciones escritas recogidas en las tablas 5 y 6 del Anexo III.

## Reflexión y conclusiones sobre la propuesta educativa

La presente propuesta pedagógica resignifica un fenómeno difundido en redes sociales por su espectacularidad visual como herramienta de aprendizaje científico contextualizada. El experimento de la ECCyM se convierte así en el eje de una secuencia didáctica de indagación y modelización que trasciende el mero efecto viral.

Su principal aportación es una estructura dual que integra ambos ciclos. Frente a propuestas centradas únicamente en la observación del géiser, guía al alumnado desde la formulación de preguntas investigables, el diseño experimental y el control de variables hasta la construcción y validación de representaciones microscópicas relacionadas con los sitios de nucleación. Así, el alumnado participa activamente en la construcción del conocimiento mediante la contrastación de hipótesis, la observación sistemática y la elaboración de modelos explicativos. La incorporación de una evaluación formativa alineada con los descriptores operativos de la LOMLOE aporta solidez normativa y viabilidad para su implementación en 2º de ESO.

La secuencia contribuye al desarrollo de competencias STEM y a una alfabetización científica significativa mediante problemas auténticos que exigen argumentación fundamentada, análisis crítico de evidencias y justificación de conclusiones, con herramientas como el esquema de Toulmin. Asimismo, favorece la transferencia de conceptos como la nucleación a fenómenos cotidianos, como la formación de burbujas en copas de champán, promoviendo una comprensión funcional de la ciencia más allá de la memorización.

No obstante, su eficacia educativa requiere una evaluación empírica sistemática que permita valorar su impacto a medio y largo plazo. Además, como señalan los estudios sobre IBSE, estas metodologías requieren un andamiaje docente adecuado para evitar que el atractivo del experimento eclipse la reflexión conceptual o que la autonomía genere desorientación.

Como líneas futuras, se propone desarrollar investigaciones de campo sobre las evidencias de aprendizaje derivadas de su aplicación y explorar la transferencia del modelo a otros fenómenos físicos y químicos que permitan renovar las prácticas experimentales en Secundaria.

En definitiva, la propuesta concibe la experimentación escolar como una oportunidad para desarrollar prácticas científicas significativas. Los referentes de la cultura digital del alumnado, integrados en un diseño didáctico adecuado, pueden favorecer el pensamiento crítico, la construcción de modelos explicativos y el aprendizaje científico en Física y Química.

## Referencias bibliográficas

Abrahams, I., y Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education, 30*(14), 1945–1969. https://doi.org/10.1080/09500690701749305

Coffey, T. (2008). Diet Coke and Mentos: What is really behind this physical reaction? *American Journal of Physics, 76*(6), 551–557. https://doi.org/10.1119/1.2888546

Couso, D. (2017). ¿Para qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todos y con valores. *Ciències: Revista del Professorat de Ciències de Primària i Secundària, 34*, 22–30.

Couso, D., y Garrido-Espeja, A. (2017). Models and modelling in pre-service teacher education: Why we need both. En K. Hahl, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, y J. Lavonen (Eds.), *Cognitive and affective aspects in science education research* (pp. 245–261). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58685-4_19

Domènech-Casal, J. (2014). Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas por ordenador. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 76*, 17–27.

Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM: Componentes didácticas para la competencia científica. *Ápice. Revista de Educación Científica, 2*(2), 29–42 https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524

Domènech-Casal, J. (2019). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias: 28 propuestas y reflexiones para enseñar ciencias*. Octaedro.

Domènech-Casal, J. (2022). *Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá: 75 acciones lingüísticas para enseñar a pensar ciencias*. Graó.

Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84*(3), 287–312. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A

Ferrés Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(2), 410–426. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.09

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., y Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research, 82*(3), 300–329. https://doi.org/10.3102/0034654312457206

Gilbert, J. K., y Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3

Harlen, W. (2001). *Teaching, learning and assessing science 5–12*. Paul Chapman.

Hernández Villalobos, L. (2014). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *11*(1), 68-82. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.07

Jiménez-Liso, M. R., López-Banet, L., y Dillon, J. (2020). *Changing how we teach acid-base chemistry: A proposal grounded in studies of the history and nature of science education*. *Science & Education, 29*(4), 1291–1315. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00142-6

Jiménez-Liso, M. R., Delgado, L., Castillo-Hernández, F. J., y Baños-González, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, 39*(1), 5–25. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3032

Kirschner, P. A., Sweller, J., y Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work. *Educational Psychologist, 41*(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Kuntzleman, T. S., Nydegger, M. W., Shadley, B., Doctor, N., y Campbell, D. J. (2018). Tribonucleation: A new mechanism for generating the soda geyser. *Journal of Chemical Education, 95*(8), 1345–1349. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00127

Kuntzleman, T. S., et al. (2020). Kinetic modeling of and effect of candy additives on the candy–cola soda geyser. *Journal of Chemical Education, 97*(7). https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00796

Kuntzleman, T., y Kuntzleman, J. (2021). Ethanol as a probe for the mechanism of bubble nucleation in the Diet Coke and Mentos experiment. *Molecules, 26*(6). https://doi.org/10.3390/molecules26061691

Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research, 86*(3), 681–718. https://doi.org/10.3102/0034654315627366

Morris, D. L. (2025). Rethinking science education practices: Shifting from investigation-centric to comprehensive inquiry-based instruction. *Education Sciences, 15*(1), 73. https://doi.org/10.3390/educsci15010073

Osborne, J., Erduran, S., y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(10), 994–1020. https://doi.org/10.1002/tea.20035

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning. *Educational Research Review, 14*, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Pozuelo-Muñoz, J., de Echave Sanz, A., y Cascarosa Salillas, E. (2025). Inquiring in the science classroom by PBL: A design-based research study. *Education Sciences, 15*(1), 53. https://doi.org/10.3390/educsci15010053

Sanmartí, N., y Márquez, C. (2012) Enseñar a plantear preguntas investigables. Alambique. Didàctica de las Ciencias Experimentales 70, 27–36.

Torres, N., Corrêa, T., y Solbes, J. (2022). Relaciones causales explicativas en la educación científica y su contribución al pensamiento crítico. Investigações em Ensino de Ciências, 27(3), 239-253. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n3p239

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.

Urdanivia Alarcón, D. A., Talavera-Mendoza, F. H., Rucano-Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., y Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education, 8*, Article 1170487. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487

Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method. *Science Education, 92*(5), 941–967. https://doi.org/10.1002/sce.20259

# Material anexo

## Anexo I. Historia de la viralidad del ECCyM

La popularidad del ECCyM se debe a su facilidad de réplica, espectacularidad visual y capacidad para combinar espectáculo y ciencia. Su viralidad tuvo varios hitos. El proyecto EepyBird[1] ("The Extreme Diet Coke and Mentos Experiments"), lanzado en junio de 2006, empleó más de 100 botellas de Diet Coke y unos 500 Mentos. Su primer vídeo, publicado el 3 de junio, alcanzó gran difusión y motivó su aparición en programas como The Late Show with David Letterman y Conan O'Brien. Sus vídeos acumulan decenas de millones de visualizaciones y recibieron reconocimientos como el Webby al vídeo viral (2007) y una nominación a los Emmy.

El experimento ya contaba con antecedentes: Lee Marek lo demostró en 1999 en The Late Show with David Letterman mediante Marek's Kid Scientists, y Steve Spangler lo difundió en televisión desde 2002. En 2006, MythBusters[2] analizó el fenómeno en el episodio "Mentos and Soda" (9 de agosto), alcanzando una columna de soda de más de 9 m con boquilla y superando el récord previo de 18 ft (5,5 m). Posteriormente, se alcanzaron 34 ft (~10,4 m) usando cloruro de roca para aumentar los sitios de nucleación.

La viralidad también se relaciona con su base científica: no es una reacción química exotérmica, sino una nucleación acelerada del $CO_2$ hacia la fase gaseosa. La superficie rugosa del Mentos, con miles de microcavidades, proporciona sitios de nucleación y su alta densidad acelera el proceso al hundirse rápidamente. En 2008, Tonya Coffey y estudiantes profundizaron en estos mecanismos en un artículo publicado en *American Journal of Physics*.

1 Extreme Mentos & Diet Coke

2 Diet Coke & Mentos | MythBusters

## Anexo II. Cómo se trabajan las competencias clave y específicas en las actividades

En las tablas 3 y 4 se analiza cómo las actividades propuestas permiten trabajar las competencias clave CCL, STEM y CPSAA y las específicas CE1, CE2, CE3 y CE5.

**Tabla 3.** Cómo se trabajan las competencias clave

| | |
|---|---|
| CCL | Las actividades, como los debates (A1) y la redacción de informes y ensayos (A4, A9), favorecen una expresión oral y escrita coherente y adecuada al contexto (D.O. CCL1) y la capacidad de localizar, seleccionar y evaluar información de forma crítica y creativa, atendiendo a la fiabilidad y pertinencia de las fuentes (D.O. CCL3). |
| STEM | Las actividades experimentales y de modelización fomentan el pensamiento científico para comprender y explicar fenómenos mediante la comprobación de hipótesis (D.O. STEM2), así como el diseño y evaluación de prototipos, reforzando el trabajo en equipo creativo y responsable (D.O. STEM3). También se desarrolla la interpretación y comunicación clara y precisa de resultados científicos y matemáticos mediante diversos formatos y lenguaje matemático-formal (D.O. STEM4). |
| CPSAA | Las actividades colaborativas, como el trabajo en grupo (A2, A6), fomentan la participación activa, el reparto equitativo de tareas y el respeto por las perspectivas ajenas (D.O. CPSAA3). Asimismo, la reflexión sobre el aprendizaje y la autoevaluación (A8, A9) ayudan a aprender de los errores y desarrollar mayor autonomía (D.O. CPSAA4, CPSAA5). |

**Tabla 4.** Cómo se trabajan las competencias específicas

| |
|---|
| **CE1:** Se trabaja mediante actividades de observación, análisis y modelización de fenómenos fisicoquímicos. En concreto, **A1** (formulación de hipótesis) identifica los fundamentos fisicoquímicos de las burbujas en la Coca-Cola; **A5** (dibujo del fenómeno) relaciona las observaciones con principios teóricos como la porosidad y los sitios nucleadores; y **A7** (aplicación del modelo) extrapola lo aprendido al champán y la calidad del cristal, conectando teorías científicas con situaciones cotidianas y la mejora de la vida cotidiana. |
| **CE2:** Se integra en varias actividades: **A2** (identificación de variables) desarrolla, mediante el trabajo en equipo, la formulación de preguntas investigables, hipótesis y diseños experimentales; **A3** (realización de experimentos) permite comprobar o refutar hipótesis, reforzando el razonamiento científico y las destrezas metodológicas; y **A6** (comparación de modelos) fomenta el pensamiento crítico al contrastar modelos e identificar fortalezas y debilidades en las hipótesis iniciales. |
| **CE3:** Se desarrolla mediante actividades de recopilación y comunicación de información: A3 (experimentos), A4 (informe de laboratorio) y A9 (ensayo basado en el modelo argumentativo de Toulmin), que requieren el uso preciso del lenguaje científico, normativo y matemático, así como la interpretación y comunicación estructurada de datos y conclusiones. |
| **CE5:** La competencia se trabaja especialmente en las actividades A2, A3, A4 y A6, mediante el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas y resultados. |

## Anexo III. Indicadores de logro, evidencias e instrumentos de evaluación

Para el aprendizaje del alumnado, se analizarán las fases de indagación y modelización mediante un indicador de logro, una evidencia y un instrumento de evaluación específicos para cada etapa. Los niveles de logro se valorarán con una rúbrica del 1 al 4.

**Tabla 5.** Indicadores de logro, evidencias e instrumentos de evaluación

| Fase de indagación | Indicador de logro (IL) | Evidencia (instrumento) |
|---|---|---|
| 1. Pregunta que enganche | **IL1.** El alumnado realiza el experimento de la ECCyM y formula hipótesis iniciales a partir de sus observaciones y conocimientos previos. Ante la pregunta del docente, «¿Por qué los Mentos producen tantas burbujas en la Coca-Cola?», identifica las variables que influyen en el fenómeno y comprende su importancia para explicar los resultados experimentales. | Cuaderno de laboratorio y observación directa (rúbrica) |
| 2. Expresión explícita de ideas de hipótesis | | |
| 3. Planificar, evaluar o desarrollar un diseño para obtener pruebas | **IL2.** El alumnado planifica y desarrolla diseños experimentales, identificando y controlando las variables del fenómeno e integrándolas en la investigación. Además, recopila y analiza datos experimentales para evaluar y ajustar sus hipótesis según las evidencias. | Cuaderno de laboratorio (rúbrica) |
| 4. Recopilar y expresar datos | | |
| 5. Buscar pruebas que confirmen o refuten las ideas iniciales | | |
| 6. Obtener conclusiones y comunicarlas | **IL3.** El alumnado elabora un informe de laboratorio estructurado, comunica los resultados y extrae conclusiones basadas en evidencias experimentales. | Informe de laboratorio (rúbrica) |
| **Fase de modelización** | **Indicador de logro** | **Evidencia (instrumento)** |
| 1. Problematizar | **IL4.** El alumnado formula una pregunta adecuada sobre el fenómeno observado y representa su comportamiento microscópico, desarrollando la curiosidad y el análisis crítico sobre la interacción de los materiales con los Mentos, el azúcar, la sal y la arena. | Cuaderno de laboratorio (rúbrica) |
| 2. Solicitar la expresión del modelo inicial | | |
| 3. Ayudar a poner a prueba el modelo. | **IL5.** El alumnado compara y revisa su modelo a partir de las aportaciones de sus compañeros y nuevas evidencias, formulando y comprobando hipótesis sobre la relación entre la porosidad de los materiales y la formación de burbujas mediante observaciones como el análisis de la superficie de los Mentos con lupa. | |
| 4. Generar nuevos puntos de vista. | | |
| 5. Facilitar la reestructuración de ideas. | | |
| 6. Promover la aplicación y la transferencia del modelo consensuado | **IL6.** El alumnado aplica el modelo consensuado de nucleación a fenómenos cotidianos y nuevos contextos, y comunica sus conclusiones mediante explicaciones razonadas y argumentos estructurados según el modelo de Toulmin en la actividad A9. | Cuaderno de laboratorio y ensayo (rúbricas) |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6**. Rúbrica de evaluación del aprendizaje en la secuencia de indagación-modelización

| Niveles de logro | INSUFICIENTE 0 – 4,9 | MEJORABLE 5,0 – 6,9 | SATISFACTORIO, 7 – 8,9 | EXCELENTE 9,0 – 10 |
|---|---|---|---|---|
| 1. Formulación de hipótesis y preguntas iniciales | Plantea hipótesis generales basadas en observaciones, con poca relación con el fenómeno. | Formula preguntas investigables e hipótesis específicas según las variables. | Relaciona el fenómeno con conceptos cotidianos y el proceso observado. | Plantea preguntas microscópicas y avanzadas, mostrando comprensión profunda y análisis crítico. |
| 2. Diseño experimental | Participa en un diseño básico e identifica pocas variables. | Diseña experimentos sistemáticos e identifica variables clave y su influencia. | Diseña con precisión y adapta preguntas a nuevos contextos y aplicaciones prácticas. | Propone diseños detallados sobre fenómenos complejos y aplica modelos teóricos. |
| 3. Recopilación y análisis de datos | Recoge datos básicos con observaciones limitadas o imprecisas. | Recoge datos precisos y ajusta hipótesis según evidencias. | Analiza críticamente los datos, identifica patrones y fundamenta ajustes. | Evalúa datos en profundidad y los compara con modelos para validar hipótesis. |
| 4. Comunicación de resultados | Presenta resultados de forma básica y poco estructurada. | Comunica conclusiones claras mediante gráficos o diagramas. | Argumenta conclusiones con claridad, estructura y diversas herramientas, relacionándolas con situaciones prácticas. | Usa modelos argumentativos complejos (p. ej., Toulmin) e integra datos para explicar detalladamente. |
| 5. Comparación de modelos | No compara modelos ni identifica similitudes. | Identifica similitudes y diferencias generales sin aplicarlas a la comprensión. | Compara críticamente y mejora su modelo explicativo. | Compara modelos propios, de compañeros y científicos, refinándolos con evidencias y discusión crítica. |
| 6. Aplicación del modelo a nuevos contextos | Aplica el modelo básicamente a situaciones similares, sin explorar nuevas variables. | Adapta el modelo a contextos cotidianos y relaciona conceptos con otros fenómenos. | Aplica el modelo a nuevos contextos mediante explicaciones razonadas. | Adapta el modelo a contextos complejos, propone explicaciones fundamentadas y transfiere conocimientos. |

Fuente: elaboración propia

En la calificación final los niveles tienen un valor similar.

## Anexo IV. Esquema de argumentación de Toulmin y plantilla de cuaderno de laboratorio.

**Tabla 7.** Plantilla de cuaderno de laboratorio. Ejemplo contextualizado de la plantilla presentada por Domènech-Casal, 2022, p.389

<table>
<tr><td colspan="3">Título</td></tr>
<tr><td colspan="3">Autor/a</td></tr>
<tr><td>Introducción</td><td>Resultados</td><td>Discusión y conclusiones</td></tr>
<tr><td>Esta investigación trata… sobre la formación de burbujas en el experimento de la Erupción Coca-Cola y Mentos.<br><br>Sobre este tema, se sabe que… los Mentos producen una gran cantidad de burbujas al entrar en contacto con la Coca-Cola.<br><br>Nuestro objetivo es saber si… qué factores influyen en la formación de burbujas.<br><br>Nuestras hipótesis son… (composición de los Mentos y la Coca Cola, porosidad, densidad…).</td><td rowspan="2">Como vemos…los diferentes materiales generan burbujas al añadirse a la Coca-Cola.<br><br>Se aprecia que… el fenómeno ocurre con materiales de distinta composición química.<br><br>En cambio… las diferencias parecen relacionarse con las características de la superficie de los materiales.<br><br>No hay diferencia… en la cantidad de burbujas producidas según el material utilizado.</td><td rowspan="2">Nuestros resultados indican que… la formación de burbujas no depende únicamente de la composición química del material, porque… diferentes sustancias producen el fenómeno.<br><br>Por lo tanto… debemos revisar la hipótesis inicial y buscar una nueva explicación.</td></tr>
<tr><td>Material y métodos<br><br>El procedimiento se divide en… analizar diferentes materiales añadidos a la Coca-Cola y observar la formación de burbujas.<br><br>En primer lugar, se ha… realizado el experimento con diferentes sustancias (Mentos, azúcar, sal, arena y harina).<br><br>En último lugar,… se han analizado los resultados y comparado las observaciones.<br><br>Se ha medido (de manera cualitativa)… la formación de burbujas producida por cada material.<br><br>Para calcular/comparar, se ha… utilizado la observación y registro de los resultados obtenidos.</td></tr>
</table>

**Tabla 8.** Ejemplo contextualizado de plantilla de ensayo. Esquema modificado de la estructura de argumentación propuesta por Toulmin (1958) (Domènech-Casal, 2019, p.133)

| | Esquema general |
|---|---|
| DATOS | Como se observó en los experimentos realizados, al añadir azúcar, sal o arena a la Coca-Cola se formaron numerosas burbujas, de manera similar a lo que ocurre al añadir Mentos. |
| JUSTIFICACIÓN | Y creemos que este fenómeno se produce porque estas sustancias presentan superficies rugosas o porosas, que actúan como puntos de nucleación donde se forma el gas y se liberan las burbujas. |
| GARANTÍA | Y se cumple de manera general cualquier sólido con una superficie irregular favorece que los líquidos carbonatados formen burbujas más rápidamente, algo que también puede observarse, por ejemplo, en el champán al utilizar copas de distinta calidad. |
| CONCLUSIÓN | Entonces concluimos que los Mentos producen una intensa formación de burbujas en la Coca-Cola debido a la presencia de poros y rugosidades en su superficie, que facilitan la liberación del $CO_2$ disuelto. Esta idea se ha visto reforzada mediante el análisis de los Mentos con la lupa. Además, el modelo propuesto también explica el comportamiento de otros materiales con superficies rugosas. |
| REFUTACIÓN | A menos que este fenómeno se producirá siempre que no intervengan otras variables que puedan modificar el resultado, como la temperatura del líquido, su densidad o su viscosidad. |