



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación
de las Ciencias

ISSN:

ISSN: 1697-011X


revista.eureka@uca.es

Universidad de Cádiz

España

Diseño e implementación en Educación Secundaria Obligatoria de una secuencia de indagación para eliminar el virus SARS-CoV-2 de las manos

 de la Cerda-Polo, Santiago

 López-Banet, Luisa

 Martínez-Carmona, Marina

Diseño e implementación en Educación Secundaria Obligatoria de una secuencia de indagación para eliminar el virus SARS-CoV-2 de las manos

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 3, p. 380201, 2023

Universidad de Cádiz

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92074779012>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3802

Investigaciones de diseño

Diseño e implementación en Educación Secundaria Obligatoria de una secuencia de indagación para eliminar el virus SARS-CoV-2 de las manos

Design and implementation of model-based inquiry instructional sequence to eliminate the SARS-CoV-2 virus from hands in Compulsory Secondary Education


Santiago de la Cerda-Polo
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Murcia, España
sl.cerdapolo@um.es

 <https://orcid.org/0000-0001-7600-484X>

Luisa López-Banet
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Murcia, España
llopezbanet@um.es

 <https://orcid.org/0000-0002-1951-4242>

Marina Martínez-Carmona
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Murcia, España
marina.m.c1@um.es

 <https://orcid.org/0000-0002-2026-6266>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3802

Recepción: 06 Diciembre 2022

Revisado: 18 Febrero 2023

Aprobación: 19 Junio 2023



Acceso abierto diamante

Resumen

Las emociones pueden influir en el desarrollo de la competencia científica por lo que resultan de gran relevancia en la enseñanza de las ciencias. En este trabajo se ha diseñado una secuencia de actividades de indagación basada en modelos en tercer curso de Educación Secundaria, implementada durante la reciente pandemia mundial de la COVID-19, para analizar el desarrollo de la competencia científica en el alumnado y las emociones que experimenta durante la enseñanza. El contexto de las actividades pretende ser cercano y motivador para el alumnado de manera que se fundamenta en la obtención de las pruebas que permiten averiguar cuál es el mejor método para eliminar el virus SARS-CoV-2 de las manos. Se han recogido y analizado las respuestas, autopercepciones de aprendizaje y emociones del alumnado en cada una de las actividades. Los resultados evidencian la capacidad del alumnado para extraer información relevante de los recursos empleados, así como de la relación entre las emociones declaradas y el aprendizaje percibido. Como conclusión, es destacable la necesidad de vincular la educación científica a la resolución de problemas de actualidad como parte de una ciudadanía responsable en la toma de decisiones que afectan globalmente.

Palabras clave: Indagación, Emociones, Prácticas científicas, Enseñanza de la Química.

Abstract

Emotions can influence the development of scientific competence and are of great relevance in Science Education. This paper has designed a, implemented in the third year of Secondary Education, during the recent global pandemic of COVID-19, to analyze the development of scientific competence in students and the emotions declared by students. The context of the activities is intended to be close and motivating for the students, so that it is based on obtaining the evidence that allows them to find out what is the best method to eliminate the SARS-CoV-2 virus from their hands. The responses, self-perceptions of learning and emotions of the students in each of the activities have been collected and analyzed. The results show the ability of the students to extract relevant information from the resources used, as well as the relationship between emotions and perceived learning. In conclusion, it is worth noting the need to link scientific education to the resolution of current problems as part of responsible citizenship in decision-making that affects globally.

Keywords: Inquiry, Emotions, Scientific practices, Chemistry Education.

Introducción

La situación de pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 ha acentuado la importancia de la higiene de manos y la relevancia que presenta el conocimiento científico en situaciones y contextos de la vida diaria que implican tener que tomar decisiones responsables a partir de información científica. El caso de la higiene de manos resulta de utilidad para comprender los diferentes mecanismos de acción de una amplia variedad de sustancias que pueden ayudarnos a prevenir el contagio (Jiménez-Liso *et al.*, 2021), así como poner en práctica las destrezas de investigación (MEFP, 2022) implicadas en la variedad de metodologías científicas, en contraposición de un método universal (Halawa *et al.*, 2020).

Los enfoques de enseñanza de indagación basada en modelos (MBI) promueven el aprendizaje de prácticas científicas mediante un proceso dinámico destinado a construir conocimientos de tipo descriptivo, explicativo y predictivo, y conducen a una evolución de las ideas mientras se formulan cuestiones investigables (Khan, 2007). En estas actividades de ciencia escolar el alumnado debe actuar al igual que una persona científica, comprendiendo cómo se construye el conocimiento y empleando estrategias para modelizar y explicar los fenómenos que les rodean (Crujeiras-Pérez y Cambeiro, 2018). De esta manera, aprender ciencias consistiría en relacionar el conocimiento sobre las explicaciones científicas con las prácticas mediante una construcción significativa del conocimiento científico, más flexible y coherente (Vidal y Crujeiras, 2019).

La pregunta de investigación que se presenta en la secuencia MBI es: “¿Cuál crees que es la manera más eficaz para evitar los contagios por la COVID-19?”, en la que el alumnado debe decidir, utilizando pruebas, el método más adecuado para eliminar el virus SARS-CoV-2 de las manos. Las soluciones planteadas a este problema de la vida cotidiana parten del conocimiento previo, a partir del que se construyen significados y se desarrollan destrezas al tener la posibilidad de aplicar el conocimiento adquirido (Avilán, 2018).

Marco Teórico

Prácticas científicas

La construcción y validación de un conocimiento descriptivo sólido a través de las prácticas científicas propias de la indagación, modelización y argumentación (Jiménez-Liso *et al.*, 2021) se encuentra cada vez más extendido, ya que favorece actitudes positivas y críticas hacia la ciencia (Cruz-Guzmán y Martínez, 2021). La argumentación contribuye a que el alumnado desarrolle la capacidad de razonar los criterios que permiten escoger entre diversas explicaciones. La indagación conlleva la construcción de nuevo conocimiento mediante el diseño de procedimientos para dar respuesta a las cuestiones formuladas. Por último, en la enseñanza por modelización el núcleo central sobre el que el alumnado genera el conocimiento lo constituye la validación de modelos científicos o escolares (Muñoz *et al.*, 2020). La comprensión de los conceptos químicos puede resultar un obstáculo para la generación de representaciones mentales y, en consecuencia, para el aprendizaje del alumnado de Educación Secundaria (Avilán, 2018; Kraser y Analía, 2020). Sin embargo, aunque el alumnado presente un conocimiento sobre los conceptos de un determinado tema constituido por ideas parciales o erróneas, debe ser utilizado por el profesorado para enfocar el conocimiento disciplinar de forma efectiva y contextualizada, y por el alumnado para vincular el nuevo conocimiento a aprender y, así, darle sentido y significado. Esto contribuye al desarrollo de un aprendizaje significativo, que se caracteriza por generar (1) un contexto motivador que permite al alumnado relacionarlo con sus experiencias y vida cotidiana, (2) una necesidad de justificar las etapas que se tienen que realizar en una actividad y (3) un sentimiento de importancia en lo que el alumnado dice y piensa (Kraser y Analía, 2020; Tortosa, 2013). Por tanto, las prácticas científicas en la enseñanza de las ciencias podrían contribuir a promover el pensamiento crítico, así como a contrastar y evaluar ideas alternativas, enfatizando el papel de las ideas explicativas que permiten dar sentido a hechos reales. En concreto, la implementación de una indagación de calidad en la enseñanza de las ciencias implica plantear

cuestiones que fomentan el desarrollo de destrezas, el conocimiento científico y una visión adecuada de la ciencia mediante la utilización de contextos significativos, que permitan involucrar, no solo cognitiva sino, también, emocionalmente al alumnado (Romero-Ariza, 2017).

Diversos estudios (Couso *et al.*, 2011) respaldan la eficacia del aprendizaje basado en la indagación como enfoque educativo frente a los métodos de enseñanza tradicionales, ya que se mejoran las destrezas de indagación, como el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis y preguntas, la planificación y realización de experimentos, la obtención y análisis de datos y la elaboración de conclusiones a partir de los resultados presentados. Este cambio de enfoque contribuye al desarrollo de las dimensiones conceptual, procedimental, epistémica y actitudinal de la competencia científica (Domènech, 2019; Ferrés *et al.*, 2015; Pedaste *et al.*, 2015). En este sentido, la enseñanza basada en la indagación se caracteriza por estar organizada en entornos de investigación prácticos que dotan al alumnado de una mayor autonomía y de un papel activo en su aprendizaje, mejorando su actitud hacia la ciencia, ya que se aumenta su motivación, autoestima y capacidad de decisión para desenvolverse en un mundo cada vez más complejo (Aguilera *et al.*, 2018; Romero-Ariza, 2017).

En la indagación, generalmente, se plantea un problema a partir de una pregunta inicial concreta y cercana con la finalidad de captar la atención del alumnado, abierta para la búsqueda de respuestas y expresada en lenguaje cotidiano para ser entendida con claridad. Una vez planteada la pregunta inicial, su resolución se realiza mediante un conjunto de actividades seleccionadas, ordenadas, estructuradas y formuladas para que el alumnado plantee posibles soluciones (Avilán, 2018; Ferrés *et al.*, 2015; Franco *et al.*, 2017). Las fases habituales suelen implicar: (1) formular una pregunta contextualizada que enganche, (2) fomentar la explicitación de ideas o hipótesis, (3) planificar, evaluar o desarrollar un diseño con la finalidad de obtener pruebas, (4) recopilar y expresar datos, (5) buscar pruebas para confirmar o rechazar las ideas previas y (6) obtener conclusiones y comunicarlas para construir conocimiento descriptivo (Aguilera *et al.*, 2018; Jiménez-Liso *et al.*, 2020; Romero-Ariza, 2017). Por otro lado, mediante los enfoques de enseñanza de indagación- modelización se promueve tanto la búsqueda de pruebas como la explicitación y discusión de las ideas personales con la finalidad de desarrollar prácticas científicas auténticas que permiten construir conocimiento descriptivo y explicativo-predictivo (Jiménez-Liso *et al.*, 2020).

Según el grado de autonomía que tenga el alumnado, podemos encontrar varios tipos de indagación, como, por ejemplo, desde la constatada, que requiere una mayor guía por parte del profesorado, a la estructurada, la guiada y, finalmente, la abierta, más próxima a una verdadera investigación (Contrera *et al.*, 2019; López-Banet *et al.*, 2023). Sin embargo, existe un grado de complejidad creciente a medida que aumentan tanto el grado de autonomía del alumnado como la rigurosidad de las decisiones relacionadas con el diseño y planificación del trabajo. De acuerdo con la bibliografía, los mayores retos a los que se enfrenta el alumnado en los trabajos de indagación son: la identificación y formulación de preguntas investigables, la emisión de hipótesis como simples predicciones, la realización de predicciones desde el conocimiento cotidiano, la falta de comprensión de la relación entre las variables y los resultados de un experimento, el análisis de los datos y elaboración de conclusiones argumentadas (Aguilera *et al.*, 2018; Bravo *et al.*, 2014; Ferrés *et al.*, 2015; Sanmartí y Márquez, 2012; Vidal y Pérez, 2019). En este sentido, Ferrés *et al.* (2015) diseñaron un instrumento que permite evaluar el nivel desarrollado de la competencia de indagación que puede mostrar el alumnado, caracterizado en orden creciente como: acientífico, precientífico, indagador incipiente, indagador inseguro y, finalmente, indagador.

La indagación y las emociones

Los aspectos afectivos, actitudinales y emocionales influyen en la construcción del conocimiento científico y tienen la capacidad de dirigir la toma de decisiones (Vázquez y Manassero, 2007). Una emoción es una reacción que se encuentra influenciada por lo que es importante para cada persona y por su experiencia individual y social (Mellado *et al.*, 2014). Estudios sobre la participación del alumnado en la resolución creativa de proyectos han probado que el compromiso con la ciencia escolar se encuentra

influenciado por las dimensiones emocional, cognitiva y de comportamiento (Mellado *et al.*, 2014; Jiménez-Liso *et al.*, 2020).

El rendimiento emocional puede aumentar con la implementación de metodologías innovadoras que involucran al alumnado en su aprendizaje. Las actividades prácticas conducen a emociones dinámicas que conllevan actitudes proactivas hacia la materia y el gusto por lo que se está aprendiendo (Sánchez-Martín *et al.*, 2018). La puesta en práctica de procesos científicos en el aula implica emociones como la curiosidad o la confianza, en la experimentación y representación de datos, o la alegría, el orgullo y la gratificación, al poder aplicar lo aprendido en la resolución de un problema (Mellado *et al.*, 2014). Sin embargo, estas son escasamente destacadas en la enseñanza tradicional (Sánchez-Martín *et al.*, 2018) ya que los modelos transmisivos conducen a mostrar la ciencia como un conjunto de verdades acabadas, privando al alumnado de experimentar las emociones implicadas en la construcción del conocimiento. Por tanto, resulta pertinente identificar las emociones que se experimentan durante actividades MBI (Inkinen *et al.*, 2020; Milne y Otieno, 2007) y que el alumnado sea consciente de su contribución al aprendizaje (Jiménez-Liso *et al.*, 2020).

Es evidente la necesidad de proponer secuencias de actividades relevantes para el alumnado que le permitan relacionar las emociones experimentadas durante su implementación. En este trabajo se ha seleccionado un contexto significativo de la vida cotidiana para promover el desarrollo de destrezas y una visión adecuada de la ciencia con la finalidad de evaluar la relación entre la autopercepción del conocimiento científico adquirido y las emociones declaradas por el alumnado de Educación Secundaria. En concreto, el objetivo general consiste en diseñar, implementar y evaluar una propuesta de indagación guiada sobre la eficacia y mecanismos de acción del jabón y del gel hidroalcohólico frente al virus SARS-CoV-2 en tercer curso de Educación Secundaria, para dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Nos permite una secuencia corta de indagación contextualizada en la pandemia provocada por la COVID-19 desarrollar el conocimiento descriptivo y la elaboración de modelos que expliquen la acción del jabón y del gel hidroalcohólico?
2. ¿Cuál es la auto-percepción de aprendizaje del alumnado y qué emociones asocia a cada momento de la secuencia?

Metodología

Secuencia de indagación sobre la higiene de manos

La propuesta está basada en la estructura de las secuencias de indagación denominadas *sensopildoras*, que han demostrado tener un efecto en la actitud y las emociones hacia la ciencia (Jiménez-Liso *et al.*, 2020). Asimismo, ha sido planteada en un momento de cambio legislativo por lo que responde a las demandas de la ley en vigor durante la puesta en práctica (BORM, 2015), así como del siguiente currículum elaborado (MEFP, 2022). En concreto, fue diseñada para abordar contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje recogidos en los bloques de “La actividad científica” y de “Los cambios” del currículum de Física y Química, de acuerdo con la ley (BORM, 2015), aunque permite, asimismo, desarrollar los referentes del currículum posterior (MEFP, 2022), como destrezas científicas básicas o los saberes básicos relacionados con la materia.

La propuesta de indagación-modelización consta de nueve actividades (tabla 1) que han sido desarrolladas en dos sesiones de cincuenta y cinco minutos por el primer autor de este trabajo, bajo la supervisión del docente responsable del aula. Las cuatro primeras actividades ocupan la primera sesión y las cinco últimas la segunda sesión. Los recursos didácticos empleados en esta secuencia de actividades se pueden consultar en el siguiente enlace: <https://figshare.com/s/bd46a2f77faed409b098>. Entre ellos, se ha escogido el cómic para la obtención de información relevante sobre los mecanismos de eliminación del virus por consistir en un material que promueve la motivación para el aprendizaje de contenidos (Pro y Rodríguez, 2014), por lo que se considera que podría captar el interés del alumnado para analizar el conocimiento científico.

Tabla 1

Secuencia de actividades, objetivos, contenidos, descripción y destrezas científicas.

Actividades	Objetivo	Contenidos	Descripción	Destrezas científicas
A1. ¿Cuál crees tú que es la manera más eficaz para evitar los contagios por Covid-19?	Explicitar ideas, motivar y poner de manifiesto posibles discrepancias	Medidas para evitar contagios por la Covid-19	Planteamiento de la pregunta problema, elaboración de hipótesis y discusión grupal	<i>Proponer hipótesis explicativas</i>
A2. Tras leer la noticia, responde las cuestiones. a) ¿Qué extraes de la información proporcionada? b) ¿Te hace replantear tus hipótesis?	Obtener, seleccionar e integrar en el conocimiento la información relevante	Importancia de la higiene respecto a la transmisión de enfermedades. Diferencias entre el jabón y el gel hidroalcohólico	Análisis y extracción de la información relevante Puesta en común	<i>Analizar e interpretar datos y obtener conclusiones apropiadas.</i>
A3. Respecto al cómic, responde las cuestiones. a) ¿Qué extraes de la información proporcionada? b) ¿Tienes que reformular tus hipótesis o las confirma?	Obtener, seleccionar e integrar en el conocimiento la información relevante	Tipo de moléculas que forman tanto el jabón como el gel hidroalcohólico Mecanismos de acción de ambas sustancias frente al virus	Análisis y extracción de la información relevante Puesta en común	<i>Analizar e interpretar datos y obtener conclusiones apropiadas.</i>
A4. ¿Cómo comprobarías la eficacia del jabón y del gel hidroalcohólico? Diseña un montaje experimental indicando la cantidad y tipo de materiales utilizados y los pasos a seguir	Diseñar un montaje experimental para buscar pruebas	Tipo y cantidad de materiales requeridos y el procedimiento a seguir	Elaboración de diseños y puesta en común	<i>Proponer una forma de explorar científicamente una cuestión dada.</i>
A5. Con los materiales ofrecidos, ¿cómo harías el experimento? Realización del experimento propuesto	Observar y manipular material de laboratorio para obtener datos y resultados	La naturaleza hidrofílica (polar) e hidrofóbica (apolar) de las sustancias empleadas en el experimento	Recordatorio de diseños, propuesta de material y realización del experimento	<i>Proponer una forma de explorar científicamente una cuestión dada</i>
A6. ¿Qué has podido observar al realizar el experimento?	Analizar, comparar e interpretar sucesos experimentales	Comprobación de las diferentes formas de actuación del jabón y gel hidroalcohólico	Establecer los sucesos observados más relevantes y puesta en común	<i>Analizar e interpretar datos y obtener conclusiones apropiadas</i>
A7. ¿Qué conclusiones extraes sobre la acción del jabón y del gel hidroalcohólico?	Concienciación de la evolución del pensamiento y de la utilidad de las actividades	Revisión de todos los contenidos	Establecer conclusiones y puesta en común	<i>Analizar e interpretar datos y obtener conclusiones apropiadas</i>
A8. Mediante un dibujo explica cómo actúa el jabón y el gel hidroalcohólico frente al virus	Revisión y reconstrucción de explicaciones	Método de acción del jabón y del gel hidroalcohólico frente al virus.	Elaboración del modelo y puesta en común	<i>Identificar, utilizar y elaborar modelos y representaciones explicativas</i>
A9. Si no tuvieses jabón en casa, ¿cómo lo harías de forma casera?	Aplicar el conocimiento aprendido	Reacciones químicas	Plantear la pregunta, elaboración de respuestas y visionado del video.	<i>Evaluar argumentos científicos y evidencias de diferentes fuentes.</i>

Participantes y contexto

La secuencia de actividades ha sido implementada en un centro público de un municipio donde el nivel socioeconómico de las familias es medio. Su puesta en práctica se realizó en tres grupos de 3º de ESO (entre 14 y 15 años) en modalidad bilingüe (N=62), en los que se imparte la asignatura de Física y Química en castellano, y que no tenían experiencia previa en actividades de indagación. Debido a la situación de pandemia, la secuencia se implementó en régimen de semipresencialidad. La mitad del alumnado asistía a clase de forma presencial y la otra mitad de manera online sincrónica a través de videoconferencias mediante la herramienta de *Google Meet*, a quienes se les registraba la participación y, en ocasiones, no constaba su asistencia. Por tanto, suponemos que este es el motivo, así como por otras situaciones particulares del alumnado, por el que 7 participantes de la modalidad online no entregaron las respuestas a las cuatro primeras actividades, así como 19 no respondieron a las cinco últimas.

Instrumentos de recogida de información

El alumnado debía responder individualmente a las cuestiones planteadas en la secuencia de manera escrita. Las producciones fueron recogidas por el primer autor del trabajo y analizadas juntamente con las restantes mediante un instrumento (tabla 2) diseñado a partir de Ferrés *et al.* (2015) para establecer el grado de competencia de indagación adquirido, permitiendo acordar las categorías establecidas sin presentar discrepancias en la evaluación.

Tabla 2

Categorías establecidas para analizar las respuestas del alumnado en función del grado de competencia de indagación mostrada en cada una de las actividades

Categoría	Competente (1)	Básico (2)	Insatisfactorio (3)
Actividad 1	El alumnado elabora todas las hipótesis requeridas a partir del problema planteado	El alumnado elabora algunas de las hipótesis requeridas a partir del problema planteado	El alumnado no elabora hipótesis a partir del problema planteado
Actividad 2	Localiza y extrae la información adecuada del texto	Localiza y extrae parcialmente la información del texto	No extrae la información adecuada del texto
Actividad 3	Localiza y extrae la información adecuada a través del texto y de la secuencia de imágenes	Localiza y extrae parcialmente la información a través del texto y de la secuencia de imágenes	No extrae la información adecuada a través del texto y de la secuencia de imágenes
Actividad 4	Identifica los materiales, el procedimiento y la comprobación de resultados	Indica de forma poco eficiente el procedimiento a realizar con falta de algunos materiales necesarios o del método para la comprobación de resultados	Indica de forma poco eficiente el procedimiento con falta de materiales y sin comprobación de resultados
Actividad 5	Controla todas las variables en el diseño experimental	Controla algunas de las variables en el diseño experimental	No controla ninguna de las variables en el diseño experimental
Actividad 6	Explica con detalle lo ocurrido en el experimento	Explica sin detalle lo ocurrido en el experimento	No explica lo ocurrido en el experimento
Actividad 7	Expone con claridad las conclusiones relacionadas con el tema	Las conclusiones tienen escasa relación con el tema	Las conclusiones no guardan relación con el tema
Actividad 8	El dibujo representa explicativamente lo aprendido durante la secuencia de actividades	El dibujo intenta representar lo aprendido durante la secuencia de actividades	El dibujo no representa lo aprendido durante la secuencia de actividades
Actividad 9	La respuesta planteada es relevante y coherente con lo aprendido en la secuencia	La respuesta planteada apenas refleja los conocimientos previos	No responde o la respuesta no es relevante ni coherente con los conocimientos previos

Por otro lado, el instrumento para el análisis de la percepción del alumnado sobre su aprendizaje y de las emociones experimentadas durante la secuencia es de corte cualitativo y se basa en el propuesto por Jiménez-Liso *et al.* (2020), que consta de dos partes: un cuestionario final de escala tipo Likert (1-5, siendo 1 *no sé nada* y 5 *puedo explicárselo a un amigo*), en el que el alumnado debe indicar su percepción sobre lo que sabía antes y lo que ha aprendido después de realizar cada actividad de la secuencia, y una cuestión adicional con la finalidad de expresar las emociones sentidas.

Los datos obtenidos del cuestionario han sido analizados mediante un estudio estadístico que incluye la media, la desviación estándar y el incremento de aprendizaje percibido. Las emociones, por su parte, se estudian en base a su frecuencia y a los momentos de la secuencia en los que son experimentadas.

Resultados y discusión

Niveles de desarrollo de la competencia científica en función de las distintas destrezas

La información obtenida a partir del análisis de las respuestas del alumnado a las actividades de la secuencia propuesta se recoge en la tabla 3. En ella se indica el porcentaje de alumnado correspondiente a cada grado de la competencia de indagación en las distintas destrezas científicas. Los resultados se discuten por separado y se documentan con ejemplos de las respuestas escritas.

Tabla 3

Porcentaje de individuos que presentan cada nivel de competencia de indagación, expresado en porcentajes, mostrado por el alumnado en las distintas destrezas científicas presentes en las actividades

Actividades	Categorías	Número de estudiantes y porcentaje (%)
1. Formulación de hipótesis	Competente	44 (71%)
	Básico	11 (18%)
	Insatisfactorio	7 (11%)
2. Análisis de la noticia	Competente	32 (52%)
	Básico	20 (32%)
	Insatisfactorio	3 (5%)
3. Análisis del cómic	Competente	31 (50%)
	Básico	18 (29%)
	Insatisfactorio	6 (10%)
4. Diseño experimental	Competente	23 (38%)
	Básico	20 (32%)
	Insatisfactorio	12 (19%)
5. Diseño experimental y variables implicadas de acuerdo con el material propuesto	Competente	14 (22%)
	Básico	19 (31%)
	Insatisfactorio	10 (16%)
6. Análisis de resultados del experimento	Competente	30 (48%)
	Básico	4 (7%)
	Insatisfactorio	9 (15%)
7. Establecimiento de conclusiones	Competente	23 (37%)
	Básico	16 (26%)
	Insatisfactorio	4 (7%)
8. Elaboración de un modelo	Competente	3 (5%)
	Básico	32 (52%)
	Insatisfactorio	8 (13%)
9. Propuesta de elaboración de jabón casero	Competente	17 (28%)
	Básico	0
	Insatisfactorio	26 (42%)

En la tabla 4 se muestran algunos ejemplos de las categorías de las respuestas obtenidas en la primera tarea, formulación de hipótesis.

Tabla 4

Ejemplos de niveles de competencia de indagación en la elaboración de hipótesis

Formulación de hipótesis	Ejemplos de respuestas
Competente	“Hipótesis 1: usar la mascarilla; Hipótesis 2: desinfectarse continuamente; Hipótesis 3: guardar la distancia de seguridad; Hipótesis 4: ponerse la vacuna”.
Básico	“Hipótesis 1: El uso de mascarilla; Hipótesis 2: evitar el contacto físico con otras personas”.

Respecto a la segunda actividad, análisis de una noticia, se observa que algo más de la mitad del alumnado resultó competente para localizar y extraer información adecuada de un texto que resaltaba la importancia de la higiene de manos, así como los mecanismos de acción del gel hidroalcohólico y del jabón (tabla 3). Una tercera parte presentó un nivel básico al localizar y extraer la información de forma parcial, lo que se refleja en que sus respuestas están basadas en premisas cortas y generales (tabla 5). Por último, una parte muy reducida del alumnado respondió de manera insatisfactoria al no extraer la información adecuada debido a confusión de conceptos o términos del texto.

Tabla 5

Ejemplos de niveles de indagación en el análisis de la noticia

Análisis de la noticia	Ejemplos de respuestas
Competente	“Lavarse las manos con agua y jabón es muy importante ya que mucha gente muere por virus y bacterias. Mejor usar el jabón que el gel ya que el gel solo desactiva las partículas y el jabón y agua las arrastra”
Básico	“El lavado de manos es importante”
Insatisfactorio	“El jabón es más importante que el gel porque el gel tiene que tener mucho alcohol”.

Los resultados obtenidos en la tercera actividad, análisis de un cómic, son similares a los presentados en el análisis de la noticia (tabla 6).

Tabla 6
Ejemplos de niveles de indagación en el análisis de un cómic

Análisis del cómic	Ejemplos de respuestas
Competente	“Las manos contienen un montón de pliegues o grietas donde se esconden varios gérmenes como los virus. Para mantener las manos limpias podemos lavarnos las manos con agua y jabón o usar gel hidroalcohólico, los dos son eficaces, pero el jabón es mejor”
Básico	“Es muy importante lavarse las manos, es preferible lavarse con agua y jabón”.
Insatisfactorio	“Aunque las manos estén limpias puede haber virus”

En la cuarta actividad, se debía realizar un diseño experimental para comprobar la eficacia del gel hidroalcohólico y del jabón, resultando competente, al expresar todos los aspectos a tener en cuenta para la realización de un experimento, algo más de la tercera parte del alumnado (tabla 3). Otra tercera parte muestra un nivel básico al indicar de forma poco eficiente el procedimiento a realizar, ya que dicho procedimiento no era el adecuado o faltaban algunos materiales o métodos de comprobación de resultados (tabla 7). El alumnado restante indica de forma poco eficiente el procedimiento al faltar materiales o la comprobación de resultados.

Tabla 7
Ejemplos de niveles de indagación en el diseño experimental

Diseño experimental	Ejemplos de respuestas
Competente	“Primero se toca un objeto sucio y usas jabón y con un microscopio ves cuántos virus hay, luego lo mismo, pero usas gel. Donde menos virus haya es lo que es más eficaz”
Básico	“Echar en unas manos infectadas para ver cómo reacciona. Con un microscopio comprueba si se han eliminado las partículas”
Insatisfactorio	“Lavar las manos con jabón y luego con gel hidroalcohólico y comprobar la eficacia en cada caso”

En la quinta actividad, el alumnado tuvo que proponer una forma de realizar un nuevo montaje experimental a partir de unos materiales propuestos para contrastarlo con el elaborado en la tarea anterior. La finalidad de esta actividad es la de identificar el procedimiento que permite eliminar el virus de forma eficiente. Como se expone en el cómic, ambos mecanismos ejercen una acción frente al virus que limitan su virulencia. Sin embargo, aunque el gel hidroalcohólico deshidrata al virus, no lo retira de la superficie de las manos. Por el contrario, el lavado de manos sí conduce a su eliminación completa ya que el jabón rompe la membrana lipídica y forma micelas que lo solubilizan en agua. En este sentido, se observa que una cuarta parte del alumnado resultó competente en el control de todas las variables implicadas en el diseño experimental para comprobar ambos procedimientos mediante la simulación del virus con aceite (tabla 3).

El resto mostró un nivel básico, al controlar algunas de las variables, o insatisfactorio, al no controlar ninguna de las variables, como se observa en los ejemplos presentados en la tabla 8.

Tabla 8

Ejemplos de niveles de indagación en la destreza de diseño experimental a partir de unos materiales propuestos

Diseño experimental a partir de materiales	Ejemplos de respuestas
Competente	“Se mezcla el azafrán con el aceite en un recipiente con una varilla. Se vierte esta mezcla a dos trozos de tela usando la pipeta. Se lava un trozo de tela con jabón y agua y otro con gel hidroalcohólico. Se observa lo que sucede, si la mancha se elimina”
Básico	“Echo aceite al vaso, del vaso lo paso a la tela blanca y le echo jabón al aceite”
Insatisfactorio	“Yo creo que vamos a mezclar todos los componentes para ver si hace efecto de desinfectante”

La sexta actividad, en la que se pretende analizar aquello que ha aprendido el alumnado tras la realización del experimento propuesto, se observa que aproximadamente la mitad resultó competente al explicar con detalle lo ocurrido en el experimento (tabla 3). Una parte reducida del alumnado mostró un nivel básico al explicar lo ocurrido en el experimento (tabla 9), ya que no describe las diferencias observadas al aplicar el gel hidroalcohólico, sobre una tela, y el jabón y agua, sobre la otra tela. Por último, una minoría no explica lo ocurrido en el experimento.

Tabla 9

Ejemplos de niveles de indagación en la destreza de análisis de lo aprendido

Análisis de resultados del experimento	Ejemplos de respuestas
Competente	“Comparando el gel hidroalcohólico con el jabón, en la tela en la que hemos echado gel hidroalcohólico aun frotando quedan restos, en cambio, cuando hemos echado jabón y agua, se ha quedado limpia”
Básico	“El jabón funciona y el gel no”, “Con jabón la mancha ha ido desapareciendo y al final se ha ido y es más eficaz el jabón”, “El jabón y el agua son más eficaces que el gel hidroalcohólico”.
Insatisfactorio	“Que el jabón funciona y el gel no”

La séptima actividad, en la que se elaboran las conclusiones, más de una tercera parte del alumnado, como muestra la tabla 3, resultó competente al exponerlas con claridad y relacionadas con la cuestión (tabla 10). Una cuarta parte presentó un nivel básico al establecer unas conclusiones que muestran escasa relación con los resultados obtenidos debido a que, aunque el gel hidroalcohólico y el jabón son eficaces para combatir el virus, se diferencian en su mecanismo de acción, que no es descrito. Por último, un número reducido estableció unas conclusiones que emplean una terminología inadecuada para su elaboración.

Tabla 10
Ejemplos de niveles de indagación en la destreza elaboración de conclusiones

Elaboración de conclusiones	Ejemplos de respuestas
Competente	“Al lavamos las manos con jabón, la COVID-19 se elimina y al echamos gel hidroalcohólico no se elimina”.
Básico	“La acción del gel es menos eficaz”
Insatisfactorio	“El jabón limpia y el gel retiene”

La octava actividad, elaboración de un modelo sobre los mecanismos de acción del gel hidroalcohólico y del jabón frente al virus, muestra que una parte reducida del alumnado (tabla 3) se podría considerar competente para elaborar un modelo que representa adecuadamente, a nivel microscópico, las moléculas de gel y de jabón, así como su acción frente al virus (figura 1), en los que se observa la destrucción de la membrana lipídica.

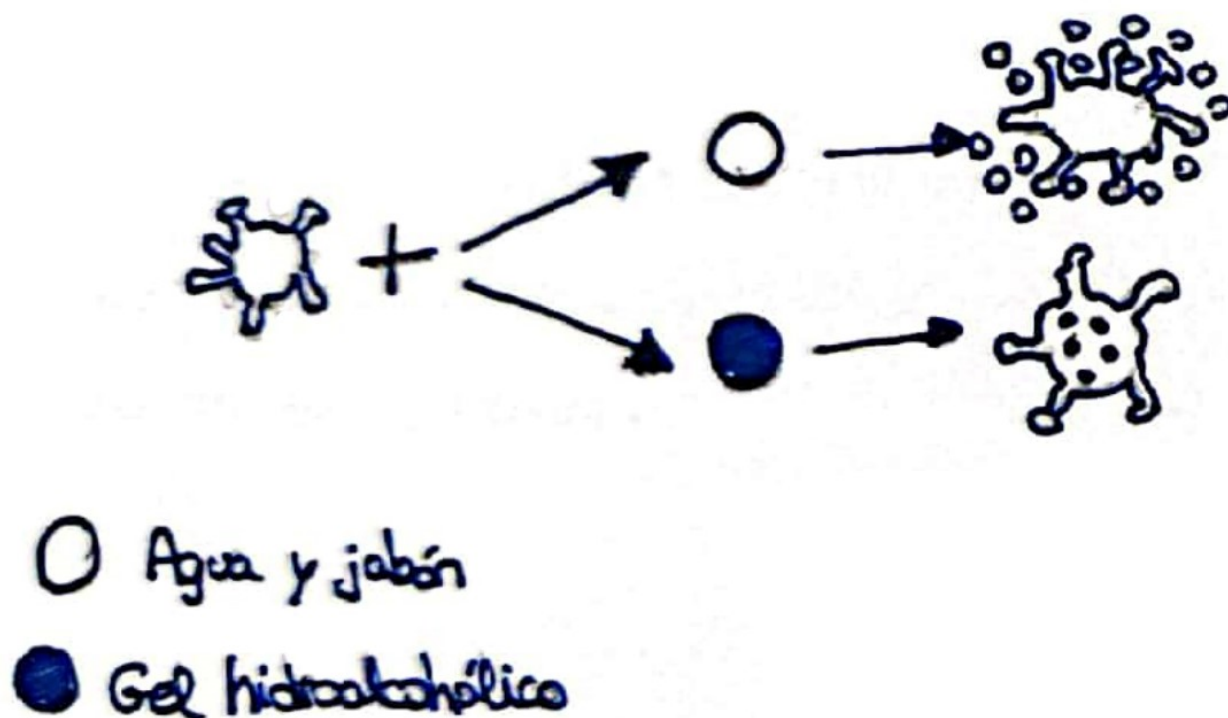


Figura 1

Ejemplo de modelo categorizado dentro del nivel competente al identificar, utilizar y elaborar modelos y representaciones explicativas

La mitad aproximadamente (tabla 3) mostró un nivel básico al elaborar modelos que intentan representar lo aprendido mostrando lo ocurrido a nivel macroscópico en el experimento realizado

mediante la representación de la tela con aceite y, con eso, parece que explican lo que ocurre a nivel microscópico (figura 2).

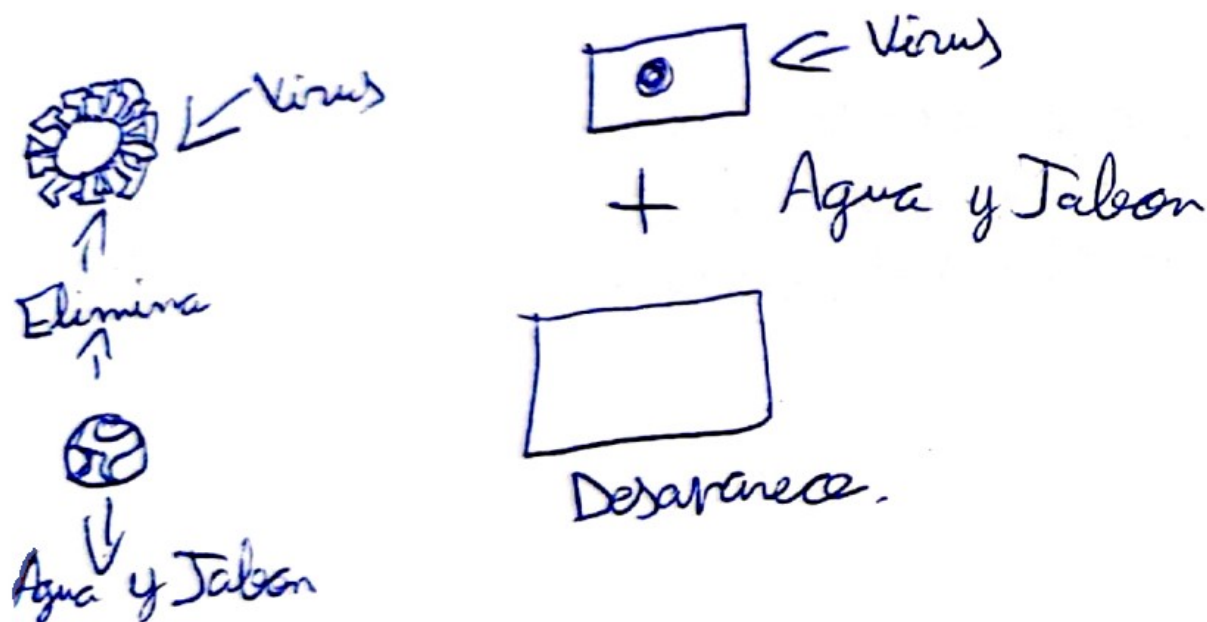


Figura 2

Modelo categorizado como básico

Por último, se categorizaron como insatisfactorios los modelos que no representan lo aprendido durante la secuencia de actividades, ya que no muestran las moléculas de gel hidroalcohólico y jabón, ni el mecanismo de acción frente al virus (figura 3).

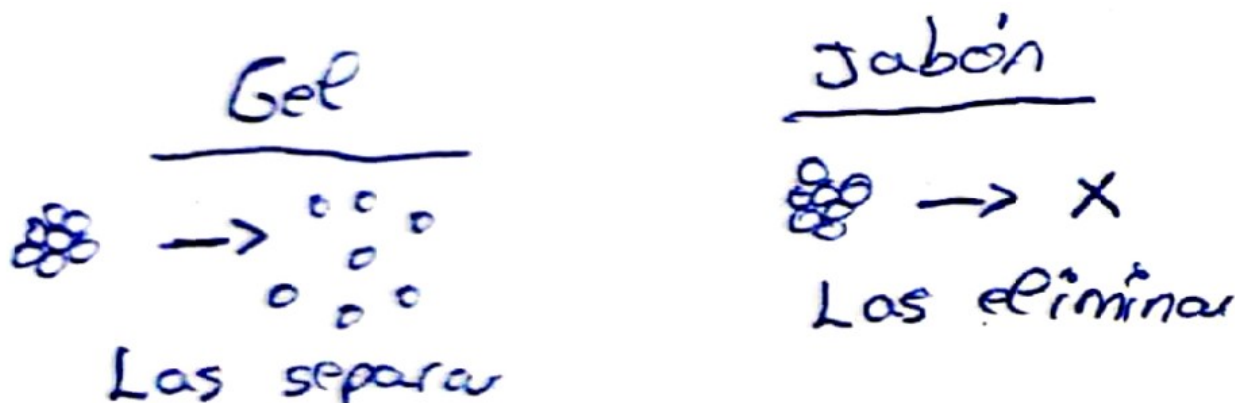


Figura 3

Ejemplo de modelo de la categoría insatisfactorio

La última actividad pretende relacionar el problema planteado con las reacciones químicas y la tradición de elaboración casera del jabón, previamente abordada en la asignatura. Se observa que una cuarta parte del alumnado (tabla 3) resultó competente al elaborar una respuesta relevante y coherente con los conocimientos tratados con anterioridad en la materia donde se indican todos o la mayoría de los materiales necesarios para la elaboración del jabón (tabla 11). Algo menos de la mitad del alumnado no responde a la actividad o la respuesta no es relevante ni coherente con lo aprendido en la asignatura, ya que los materiales indicados no guardan relación con los que son necesarios para la elaboración del jabón. En cuanto al nivel básico, no se ha considerado que fuese presentado por ninguna persona de los categorizados como insatisfactorios pues no se indicaron materiales relacionados con la naturaleza química del jabón.

Tabla 11

Ejemplos de niveles de indagación en la destreza para evaluar argumentos científicos y evidencias de diferentes fuentes

Evaluar argumentos científicos y evidencias de diferentes fuentes	Ejemplos de respuestas
Competente	“Sosa, aceite y agua caliente”
Insatisfactorio	“Betadine jabonoso”

Autopercepción de lo aprendido

Resulta interesante mostrar lo que el alumnado afirma haber aprendido con la secuencia (tabla 12), prestando especial interés a la percepción de su evolución (figura 4), como proponen Jiménez-Liso *et al.* (2020).

Tabla 12

Resultados de la autopercepción del alumnado sobre lo que han aprendido y la evolución de su conocimiento

Actividades		Antes		Después		Diferencia entre antes-después
		Media	sd	Media	sd	
A1	Formulación de hipótesis	2,9	1,2	4,5	0,6	1,6
A2	Análisis de la noticia	3,3	1	4,6	0,7	1,3
A3	Análisis del cómic	2,0	1	4,1	0,8	2,1
A4	Diseño experimental	1,8	1	4,0	1	2,2
A5	Diseño experimental y variables implicadas de acuerdo con el material propuesto	1,8	1	3,8	0,9	2,0
A6	Análisis de resultados del experimento	1,8	1	3,8	0,9	2,0
A7	Elaboración de conclusión	2,1	1	4,5	0,9	2,4
A8	Elaboración de un modelo	2,1	1	4,5	0,9	2,4
A9	Propuesta de elaboración de jabón casero	1,6	0,9	3,8	1,2	2,2

En la figura 4 se representa gráficamente la evolución del aprendizaje percibido por el alumnado.

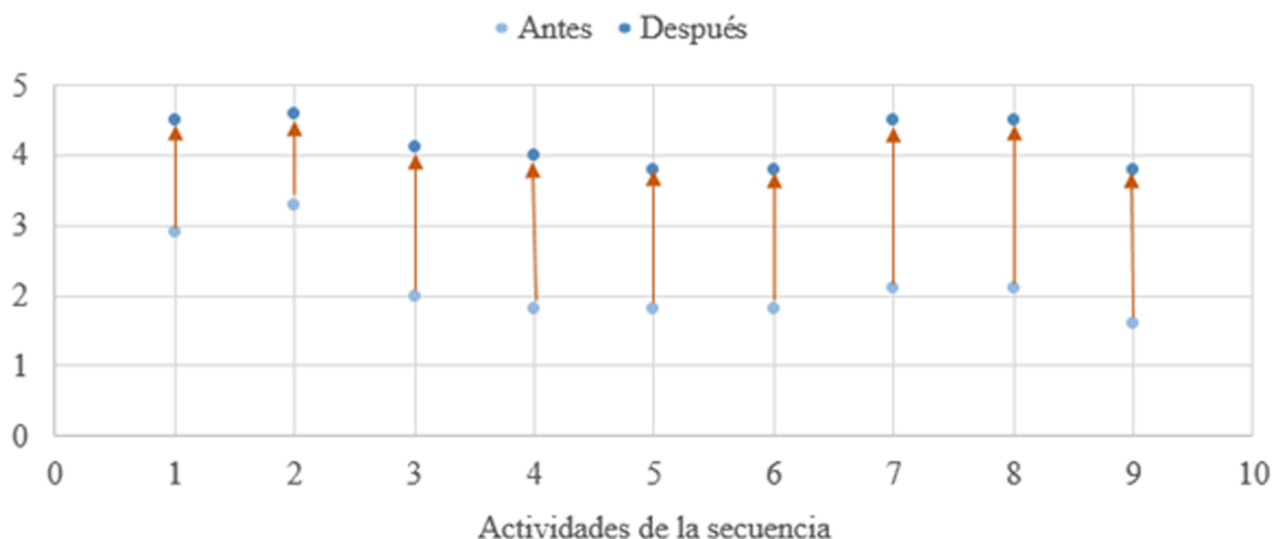


Figura 4
Autopercepción de lo aprendido por el alumnado

Como se puede observar en la gráfica, el alumnado afirma que posee un conocimiento de los contenidos, antes de realizar la secuencia, superior a 1,5 en todos los casos, incluida la actividad inicial de formulación de hipótesis, para la que el valor alcanzado es de 2,9, lo que sugiere que la temática sobre los contagios por coronavirus no es desconocida. Los resultados coinciden con los obtenidos por Jiménez-Liso *et al.* (2020) ya que se superan los valores por encima de 1,5 respecto al conocimiento adquirido anteriormente en la materia.

De este conocimiento inicial, el alumnado reconoce un aumento en su aprendizaje de casi 2 puntos en la mayoría de las actividades, al igual que Jiménez-Liso *et al.* (2020), donde el mayor salto se produce para la elaboración de conclusiones y de un modelo (actividad 7 y 8, con una diferencia de 2,4). Por el contrario, la menor diferencia entre lo que se sabía antes y después se corresponde con el análisis de la noticia de prensa (actividad 2), con una diferencia de 1,3.

Autopercepción de las emociones reconocidas durante la secuencia de actividades

Las emociones percibidas por el alumnado a lo largo de la secuencia han sido diferenciadas en función del número de veces que se han detectado a lo largo de la secuencia (tabla 13).

Tabla 13
Porcentaje de emociones reconocidas durante la secuencia de actividades

Emoción (N= 53)	Una vez		Dos veces		Tres o más veces	
	n	%	n	%	n	%
Interés	7	18	8	21	37	95
Concentración	19	49	14	36	11	28
Confianza	12	31	9	23	2	5
Satisfacción	12	31	11	28	2	5
Inseguridad	10	26	0	0	0	0
Insatisfacción	9	23	0	0	0	0
Rechazo	3	8	1	3	0	0
Aburrimiento	15	38	9	23	2	5
Vergüenza	2	5	0	0	0	0

La figura 5 resalta el número de veces, una, dos o tres o más, que han sido detectadas las emociones por el alumnado en la secuencia completa.

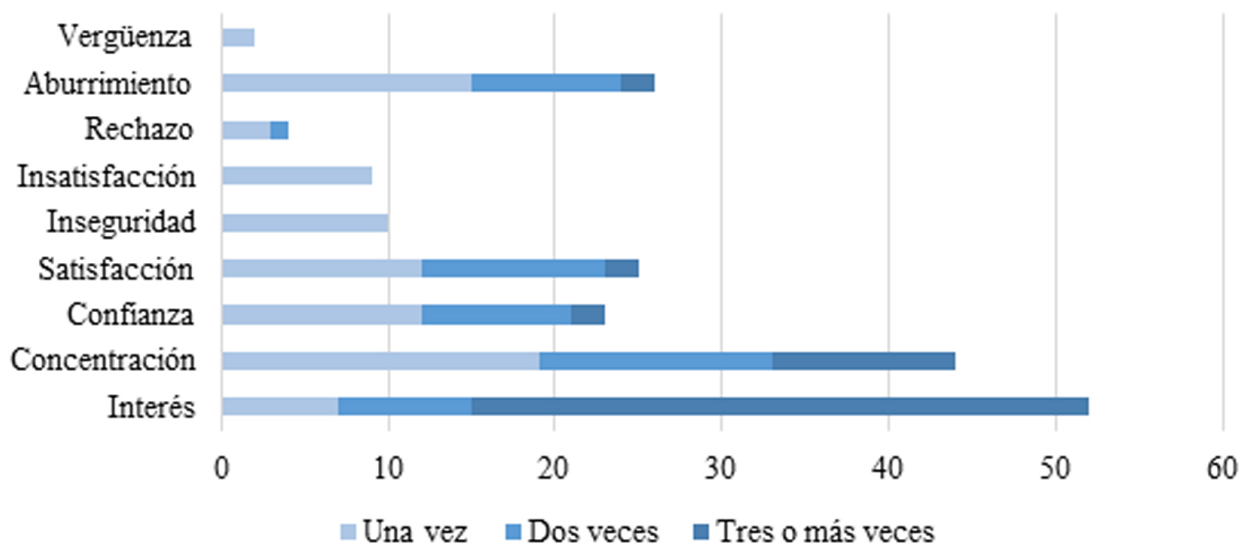


Figura 5.
Número de veces que se ha sentido cada emoción durante la secuencia de actividades

Tras el análisis, se puede observar que el interés es la más expresada en tres o más veces, seguida de la concentración y la satisfacción, coincidiendo con Jiménez-Liso et al. (2020).

Para entender mejor qué emociones se asocian a cada una de las actividades, se ha elaborado la figura 6, que cruza los momentos con las emociones, en la que se distinguen las emociones positivas (verdes) de las negativas (rojas).

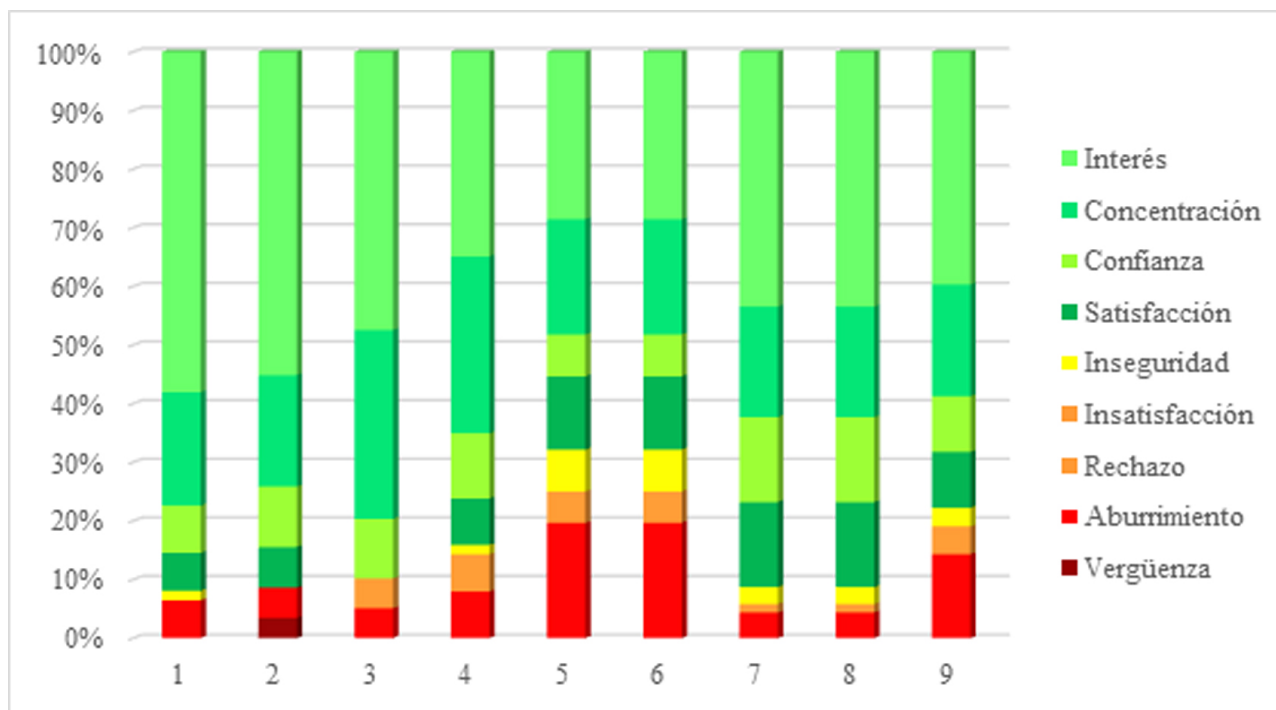


Figura 6
Emociones declaradas en cada actividad de la secuencia

En general, las emociones positivas experimentadas a lo largo de la secuencia superan ampliamente a las negativas. En concreto, las actividades 7 y 8, sobre la elaboración de conclusiones finales y de un modelo representativo, son las que más emociones positivas registran, lo que se puede deber a que el alumnado sienta más seguridad y confianza en los conocimientos adquiridos a lo largo de la secuencia. Asimismo, las actividades iniciales en las que se planteaba un problema contextualizado en una situación cercana, promoviendo la explicitación de ideas y la incorporación de recursos como la noticia y el cómic también presentan una elevada proporción de emociones positivas, lo que se corresponde con resultados previos sobre la utilización del cómic para la enseñanza de contenidos por su capacidad para promover la motivación del alumnado (Pro y Rodríguez, 2014).

En cuanto a las negativas, el aburrimiento aparece en las distintas tareas de la secuencia reducido en comparación con el resto de las emociones, aunque se incrementa en las actividades 5 y 6. Coincidiendo con Jiménez-Liso et al. (2020), con el aumento del aburrimiento se produce una disminución del interés. Tras el análisis de las respuestas, se podría concluir que los motivos por los que se produce este aumento en las tareas de tipo experimental podrían ser el desconocimiento o comprensión parcial del propósito de la actividad o cuando se requiere un mayor esfuerzo cognitivo. En otras tareas no experimentales en las que se señalaba esta emoción el alumnado lo justificaba indicando que disponía de los conocimientos implicados, aunque confirmaban haber sentido interés por su aprendizaje.

Conclusiones y propuestas de mejora

Este trabajo presenta el diseño e implementación, en tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria, de una secuencia de enseñanza de indagación basada en modelos, en dos sesiones de duración, sobre *La eficacia y mecanismos de acción del gel hidroalcohólico y del jabón frente al COVID-19*, que promueve una enseñanza más competencial. La secuencia de actividades planteada involucra al alumnado en la expresión de ideas iniciales, obtención de información y de pruebas relevantes y el diseño de experimentos con la finalidad de contrastar, posteriormente, sus ideas iniciales para establecer conclusiones a partir de los conocimientos adquiridos. La resolución del problema real permite integrar el aprendizaje de los contenidos y las prácticas científicas.

Respecto a los resultados obtenidos tras el análisis y categorización de las producciones del alumnado (tabla 3), la mayor parte del alumnado ha resultado competente en relación con las distintas destrezas de indagación presentes en la secuencia de actividades implementada, con las excepciones de la propuesta del diseño experimental y variables implicadas de acuerdo con el material propuesto (5), el establecimiento de conclusiones (7) y la elaboración de un modelo (8). Es destacable que estos valores no se corresponden con los resultados sobre la autopercepción del alumnado acerca de lo aprendido (tabla 12), en los que el establecimiento de conclusiones (7) junto con la elaboración de un modelo (8) son las destrezas que conducen a mayores valores de autopercepción, seguidas de la propuesta de elaboración de jabón casero (9), la realización de diseños experimentales (4) y el análisis del cómic (3). Sin embargo, en destrezas en las que el alumnado ha mostrado ser más competente, la autopercepción del aprendizaje es inferior. Estudios previos también han mostrado una discrepancia entre los datos de autopercepción y las producciones del alumnado. En estos casos, el valor de la autopercepción parece aumentar cuando se realizan investigaciones secuenciadas por grado de autonomía, dedicando unas sesiones previas a que el profesorado explicite el significado de estas destrezas (López-Banet *et al.*, 2023).

Por otro lado, los resultados evidencian que el contexto escogido les resulta cercano, ya que parten de valores superiores a 1,5 en todas las tareas, y que la secuencia fue implementada de manera satisfactoria de acuerdo con el aprendizaje adquirido y la motivación, debido a que el mayor porcentaje de emociones declaradas corresponde al conjunto de positivas: interés, confianza, concentración y satisfacción, un resultado más amplio que los que se asocian exclusivamente con el interés (Inkinen *et al.*, 2020). Esta situación, junto con los valores finales obtenidos de autopercepción del aprendizaje, próximos a 4 en casi todas las tareas, pone de manifiesto que la secuencia está conectada a los conocimientos del alumnado participante y, por tanto, que ha estado enganchado cognitivamente y emocionalmente durante la implementación, similar a lo establecido en otros estudios (Jiménez-Liso *et al.* 2020).

En cuanto a la coincidencia del leve aumento del aburrimiento en las tareas experimentales puede ser debido a que el comienzo de la tarea relacionada con el diseño experimental a partir de los materiales proporcionados pueda haber resultado menos interesante, posiblemente por requerir propuestas por parte del alumnado. Sin embargo, se puede observar un leve aumento de la satisfacción en aquellos momentos en los que el experimento corroboraba las hipótesis.

Finalmente, estos resultados también plantean la posibilidad de mejorar la secuencia de actividades. Por un lado, se debe tener en cuenta la limitación ocasionada por la situación de semipresencialidad en la que se ha desarrollado la propuesta, pues algunas de las actividades podrían ser implementadas con más tiempo en las instalaciones pertinentes del centro, como es el laboratorio. Además, sería deseable poder contar con todo el alumnado de manera presencial en el aula, ya que el análisis de los datos obtenidos evidencia que, quienes no se encontraban en el aula, se implicaban en menor medida, e incluso no entregaron algunas de las tareas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el proyecto PGC2018-097988-A-I00 financiado por: FEDER / Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI) de España-Agencia Estatal de Investigación (AEI). Santiago de la Cerda-Polo agradece la concesión del primer premio en la convocatoria de 2022 del Premio APICE a Investigadores Noveles.

Referencias

- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basadas en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educacion*, 381, 259–284. 10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388
- Avilán Castillo, N. (2018). *El aprendizaje por indagación, una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de las disoluciones químicas* (Tesis Doctoral). Universidad Externado de Colombia, Bogotá D.C.
- Bravo, B., Romero, C., y Mesa, V. (2014). Desempeño en el uso de pruebas en estudiantes 3. de ESO durante la resolución de un problema sobre alimentación humana. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 11(3), 320–334. 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.04
- Boletín Oficial de la Región de Murcia (2015). Decreto n.º 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- Contrera, M., Martí, Y. y Senrra, N. (2019). El método indagatorio en la disciplina formación pedagógica general. Pasos metodológicos. *Revista Conrado*, 15(68), 97–103.
- Couso D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez J. M. y Sanmartí, N. (2011). Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España. Madrid: Rubes Editorial.
- Crujeiras-Pérez, B. y Cambeiro, F. (2018) Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1201. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1201
- Cruz-Guzmán, M., y Martínez Maqueda, E. (2021). Iniciación a las prácticas científicas en Educación Infantil: aprendiendo sobre el sistema digestivo por indagación basada en modelos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 120201-120220. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1202
- Domènech, J. (2019). Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos. *Revista Eureka*, 16(1), 1–18. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1201
- Ferrés, C., Marbà, A., y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(1), 22–37. 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03
- Franco, A., Blanco, Á., y España, E. (2017). Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco PISA en un contexto relacionado con la salud. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(1), 38–53. 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i1.04

- Halawa, S., Hsu, Y.-S., Zhang, W.-X., Kuo, Y.-R. y Wu, J.-Y. (2020). Features and trends of teaching strategies for scientific practices from a review of 2008–2017 articles. *International Journal of Science Education*, 42, 1183–1206. 10.1080/09500693.2020.1752415
- Inkinen, J., Klager, C., Juuti, K., Schneider, B., Salmela-Aro, K., Krajcik, J., y Lavonen, J. (2020). High school students' situational engagement associated with scientific practices in designed science learning situations. *Science Education*, 104(4), 1–26. 10.1002/sce.21570.
- Jiménez-Liso, M. R., Gómez, H., Martínez, M., Garrido, A., y López, R. (2020). Egagrópilas como fuente de pruebas en una indagación. Percepciones de los estudiantes sobre lo que aprenden y sienten. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 17(1), 1–17. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1203
- Jiménez-Liso, M.R., Martínez-Aznar, M.M., López-Banet, L., Quesada, A. y Romero-Ariza M. (2021). Para prevenir contagios por coronavirus hay que lavarse las manos, ¿con jabón, hidroalcohol, lejía o agua oxigenada? En A. M. Abril y A. Blanco-López (Eds.). *Enseñanza de las ciencias en tiempos de Covid-19: De la investigación didáctica al aula*, 177-191. Graó.
- Khan, S. (2007). Model-based Inquiries in Chemistry. *Science Education*, 91(6), 877-905. 10.1002/sce.20226
- Kraser, R., y Analía, S. (2020). Colorantes alimentarios y su relación con la salud: ¿cómo abordar esta problemática desde el estudio de las disoluciones? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 17(1), 1–15. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1202
- López-Banet, L., Martínez-Carmona, M., Soto Cascales, C., M. y Reis, P. (2023). Investigaciones secuenciadas por grado de autonomía para el desarrollo de prácticas científicas en 2º y 3º de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), 1501. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1501
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las Emociones En La Enseñanza de Las Ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36. 10.5565/rev/ensciencias.1478
- Milne, C. y Otieno, T. (2007). Understanding Engagement: Science Demonstrations and Emotional Energy. *Science Education*, 91(4), 523–553. 10.1002/sce20203
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Muñoz-Campos V, Franco-Mariscal A.J. y Blanco-López A. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3201. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3201
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. De, Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. 10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Pro, A., Rodríguez Moreno, J. (2014) Ahorrando energía en Educación Primaria: estudio de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2), pp. 151-170
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(2), 286–299. 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F. y Dávila-Acedo, M. A. (2018). Emotional responses to innovative science teaching methods: acquiring emotional data in a general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346-359. 10.3926/jotse.408
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique*, 70, 27–36.

- Tortosa, M. (2013). Aprendizaje sobre disoluciones reguladoras de pH mediante indagación guiada utilizando sensores. *Enseñanza de Las Ciencias*, 31(1), 189–211. 10.5565/rev/ec/v31n1.744
- Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M^a.A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3803>
- Vidal, D., y Crujeiras, B. (2019). Desempeños del alumnado de Educación Secundaria en la evaluación de una investigación científica en el contexto de la industria láctea. *Enseñanza de Las Ciencias*, 37(1), 5–23. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/351057>

Información adicional

Para citar este artículo: de la Cerda-Polo, S., López-Banet, L. y Martínez-Carmona, M. (2023) Diseño e implementación en Educación Secundaria Obligatoria de una secuencia de indagación para eliminar el virus SARS-CoV-2 de las manos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(3), 3802. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3802