

Ciclo de Mejora en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Cycle of Improvement in Didactics of Experimental Sciences

Gabriela Delord

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2283-5876>

Universidad de Sevilla

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales

gcattani1@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.062>

Pp.: 1097-1112



Resumen

Este CIMA se desarrolla e implementa en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales como proceso de consolidación de mi innovación docente universitaria. Supone un cambio en el modelo docente para mejorar el proceso de aprendizaje y enseñanza de los estudiantes de Grado de primaria. Se ha implementado en 73 estudiantes, durante el primer cuatrimestre del curso 2021/2022. Se han empleado cuestionarios iniciales y finales para la evaluación de una metodología que se fundamenta en la práctica de Investigación en el Aula, poniendo en marcha la metodología activa, alumnos protagonistas a través de secuencias de actividades para generar el conocimiento de forma no transmissiva. Los resultados muestran que se ha producido una mejora en el aprendizaje de los futuros maestros y maestras de Ciencias, junto con una mayor motivación y aprendizaje didáctico del docente.

Palabras clave: Didáctica de las ciencias experimentales, grado de primaria, docencia universitaria, investigación en el aula, metodologías activas.

Abstract

This CIMA is developed and implemented in the subject of Didactics of Experimental Sciences as a process of consolidation of university teaching innovation. It involves a change in the teaching model to improve the learning and teaching process of primary grade students. It has been implemented in 73 students, during the first semester of the 2021/2022 academic year. Initial and final questionnaires have been used for the evaluation of a methodology that is based on the practice of research in the classroom, implementing the active methodology, leading students through sequences of activities to generate knowledge in a non-transmissive way. The results show that there has been an improvement in the learning of future science teachers, along with greater motivation and didactic learning of the teacher.

Keywords: Didactics of experimental sciences, primary education, university teaching, research in the classroom, active methodologies.



Introducción

Cada año son más los docentes de la Universidad de Sevilla interesados en cambiar los enfoques de aprendizaje y modificar sus modelos docentes, haciéndolos más innovadores y, en consecuencia, clases menos tradicionales a través de alumnos más protagonistas. En este sentido, el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, ofrece cursos gratuitos a todos los profesores de esta universidad. Hay un curso especial llamado CGDU (Curso General de Docencia Universitaria). Es un curso largo que ayuda a los profesores y profesoras de todas las áreas a cambiar sus contenidos, metodologías y evaluación a través de un CIMA (Ciclo de Mejora en el Aula) (Porlán, Delord y otros, 2020). En cada CIMA el docente puede avanzar en estas tres dimensiones con ayuda de los formadores. Para continuar una vez concluido el curso, los docentes pueden implicarse en la REFID (Red de Formación e Innovación Docente del Profesorado) y tendrán ayuda para seguir desarrollando más CIMAs con asesoramiento de un dinamizador/a. Los grupos son divididos por áreas de conocimiento y hay tres encuentros. Los encuentros sirven para debatir, presentar y mejorar el CIMA. Así, todos avanzan de forma colaborativa en las tres dimensiones claves: contenidos, metodología y evaluación. Cada docente puede elegir las horas que va a invertir en sus clases para lograr una enseñanza alternativa a la enseñanza tradicional. Sin dudas, la REFID ayuda a conseguir estos logros en todas las asignaturas.

Todo empieza con la selección de contenidos y los mapas de contenidos, y continúa con las ideas de los alumnos previas a la intervención, las actividades de contraste, las ideas de los alumnos post actividades de contraste y la evaluación del aprendizaje y de la enseñanza de forma cualitativa y formativa para todos los implicados: estudiantes y docente (De Alba y Porlán, 2021). Esto es lo que compone un CIMA (Delord, Hamed y otros, 2020). Como ya he mencionado, cada CIMA está desarrollado por el tiempo que el docente pretende innovar en su asignatura. Hay CIMAs más largos y otros más cortos.

Antes de la planificación de los componentes del CIMA, los docentes deben definir su modelo didáctico. O sea, qué modelo llevará a cabo para lograr un aprendizaje más investigativo y una enseñanza más centrada en los estudiantes. Este modelo debe ser alternativo al modelo tradicional que consiste en: teoría, ejercicios y evaluación.

Dentro del modelo didáctico, cada docente busca su modelo metodológico conforme sus necesidades, asignaturas y contenidos. Así que, en la figura 1 presento mi modelo metodológico, que, de un CIMA para el otro, sufrió modificaciones y creo que podrá seguir siendo modificado, en el intento de mejorar la docencia de forma continua. A partir



de este modelo diseñamos las secuencias de actividades para enseñar los contenidos.

Mi modelo metodológico tiene las siguientes etapas: *Introducción (I)*, *Presentación del Problema o problemas (P)*, *Idea de los alumnos/hipótesis iniciales (IA1)* y *Actividades de Contaste (AC)*, divididas en:

- *Búsqueda de Informaciones (BI)*.
- *Conclusiones (C)*.
- *Comunicación a través de las Ideas Finales de los estudiantes (IA2)*.

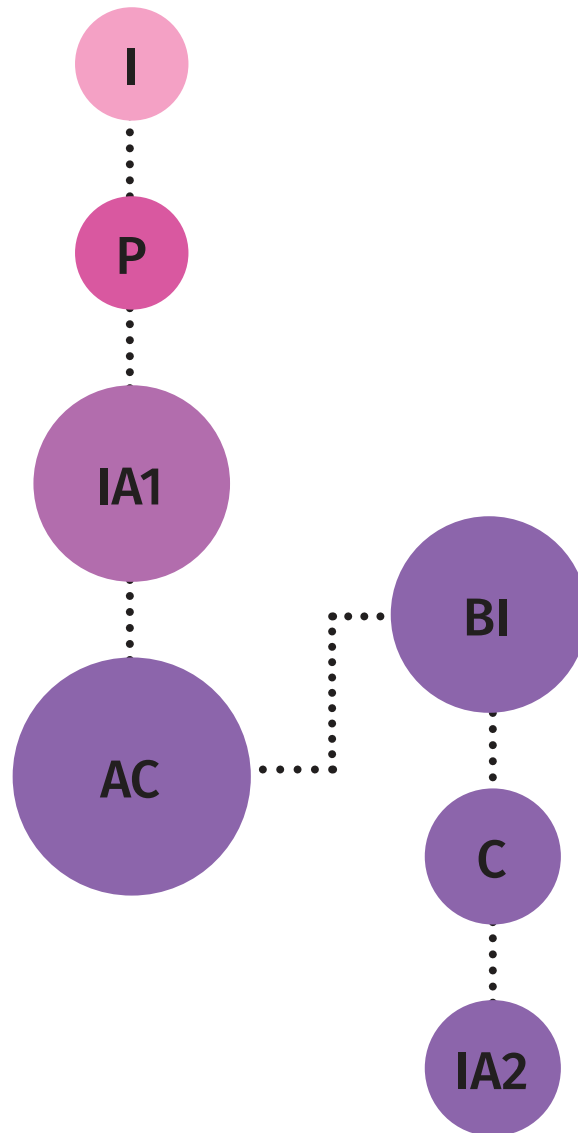


Figura 1. Modelo metodológico posible.



Este CIMA fue aplicado en la asignatura de *Didáctica de las Ciencias Experimentales* en la Escuela Universitaria de Osuna (que está vinculada a la Universidad de Sevilla). Esta asignatura tiene 73 estudiantes. Es una asignatura obligatoria y anual. Está dividida en dos bloques importantes. El primero, y que es en el primer cuatrimestre, y dónde el CIMA fue aplicado, se enseña *¿Qué es la Ciencia?* En el segundo bloque, del siguiente cuatrimestre, se enseña a *aplicar la Ciencia a través de su enseñanza*. O sea, los alumnos diseñan Unidades Didáctica de Ciencias y la enseñanza de algunos experimentos.

En los próximos párrafos presentaré el diseño y el resultado de este CIMA que aún está siendo desarrollado. He tomado la decisión de hacer un CIMA de asignatura completa, poniendo en marcha mi modelo metodológico a lo largo de todo el primer y segundo cuatrimestre de esta asignatura. No obstante, en este capítulo presentamos los resultados del primer cuatrimestre, ya que aún no ha empezado el segundo. Así que estamos hablando del curso de 2021/2022.

Diseño previo del CIMA

Mapa de contenidos y problemas claves

Para enseñar la Didáctica de las Ciencias es necesario que los estudiantes (futuros maestros y maestras de primaria) entiendan bien lo *qué es la Ciencia, la vida de los científicos, los objetivos de la Ciencia, las etapas del método científico, saber poner en marcha estas etapas, y la importancia de las mujeres y niñas en esta área* (Delord, 2020). Para mí estos son los contenidos estructurantes (Rivero, Hamed y otros, 2020) del primer cuatrimestre, pues me parecen esenciales para la carrera del futuro maestro o maestra.

Estos contenidos fueron organizados en un mapa (figura 2), donde aparecen relacionados entre sí de una forma global a través de preguntas claves. Por lo tanto, para cada contenido del mapa, que en realidad es una pregunta, fue aplicado el modelo metodológico descrito (figura 1). Los contenidos deben estar relacionados pues el cerebro aprende a través de relaciones y no de listados.

En este mapa he pretendido hacer un puente entre la *Ciencia real* y la *Ciencia de la escuela*, pasando por el machismo en la ciencia en relación con las mujeres y las niñas.



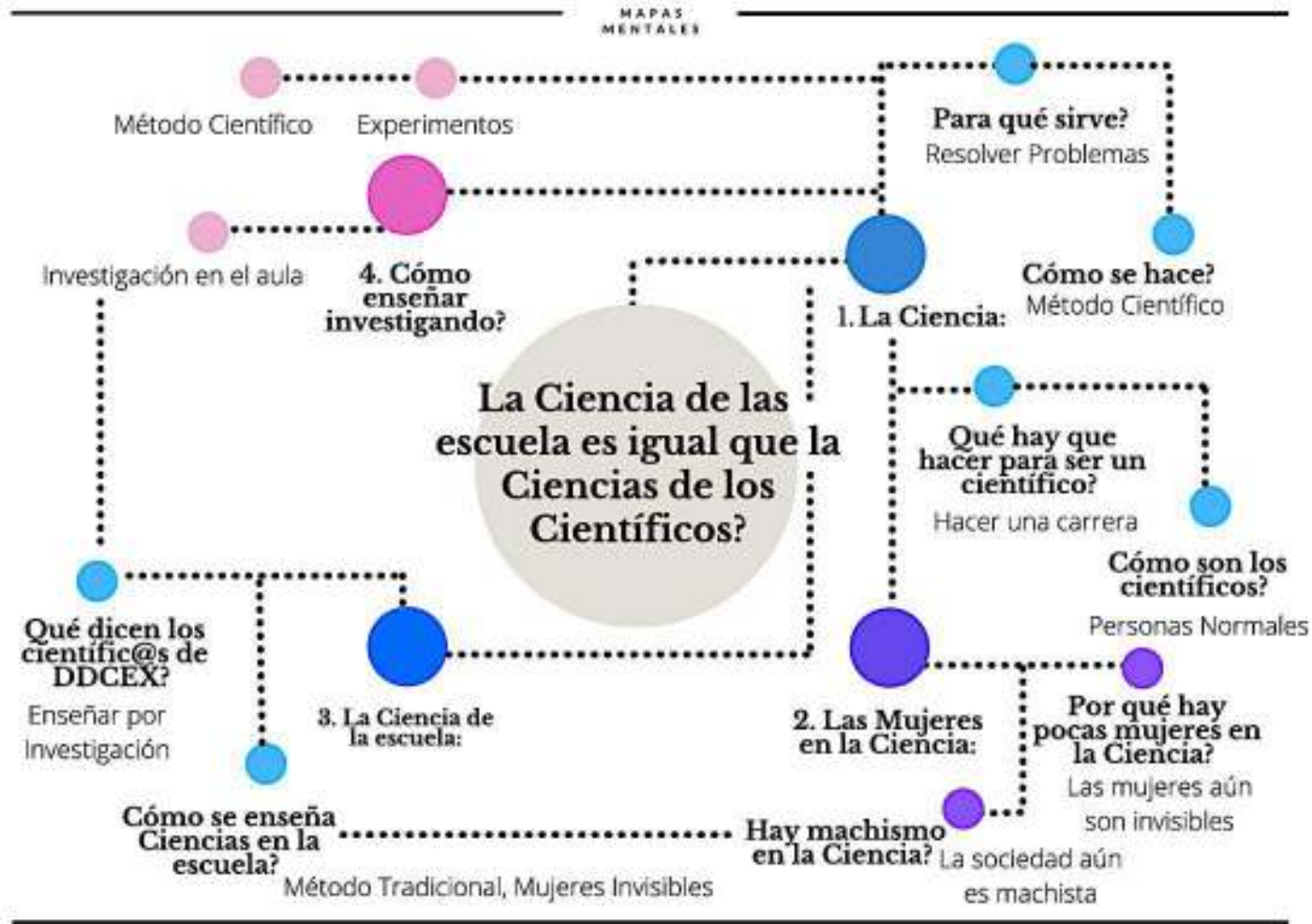


Figura 2. Mapa de Contenidos y Problemas.



Modelo metodológico posible y secuencias de actividades programadas

Seleccionado el modelo metodológico y los contenidos, ahora pasamos a desarrollar la secuencia de actividades para cada pregunta del mapa y así aplicar esta secuencia utilizando el modelo metodológico presentado en la figura 2.

Abajo, las tablas con la secuencia de actividades.

Tabla 1. Secuencia de actividades centrada en *conocer a los científicos*

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P1: <i>¿Para qué sirve el Método Científico?</i> P2: <i>¿Qué hay que hacer para ser un científico?</i>	I	5'
Descripción: Introducción a través de un pequeño texto sobre la importancia de la Ciencia en la sociedad.			
02		P	1'
Descripción: Presentación de distintas carreras científicas y planteamiento de preguntas (P1+P2).			
03		IA1	40'
Descripción: Los alumnos escriben sus ideas iniciales de forma individual, después comparten sus ideas con los demás colegas de equipo y presentarán la síntesis del equipo para los demás equipos.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: En este momento fueron hechas las búsquedas de informaciones, las conclusiones y los alumnos comunicarán sus nuevas ideas (IA2) a los demás equipos.			

Tabla 2. Secuencia de actividades centrada en *¿cómo se desarrolla la Ciencia?*

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P3: <i>¿Cómo se hace la Ciencia?</i>	I	5'
Descripción: Introducción a través de un pequeño vídeo del YouTube sobre la Ciencia.			
02		P	1'
Descripción: Presentación de la pregunta 3.			
03		IA1	40'
Descripción: Cada grupo presentó sus ideas sobre las etapas del Método Científico.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: Después de la dinámica de la «Caja Negra», dinámica de investigación a través del Método Científico, los estudiantes presentaron conclusiones sobre cuales son las etapas del Método Científico y de sus nuevas ideas (IA2) sobre el Método Científico, sus etapas y su relevancia.			



Tabla 3. Secuencia de actividades centrada en cómo son los científicos

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P4: ¿Cómo son los científicos?	I	5'
Descripción: Introducción a través de un pequeño vídeo del YouTube.			
02		P	1'
Descripción: Presentación del Problema 4 en el aula.			
03		IA1	40'
Descripción: Cada estudiante ha podido dibujar un científico según sus ideas.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: Los alumnos investigaron a autores de artículos científicos a través del Google, de Imágenes y de Redes Sociales. Cada equipo desarrolló un post de Instagram explicando cómo es la vida de los científicos.			

Tabla 4. Secuencia de actividades centrada en el *machismo en la Ciencia*

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P5: ¿Hay machismo en la Ciencia?	I	5'
Descripción: Pequeño debate sobre la existencia o no del machismo en la Ciencia en la actualidad. Reflexión sobre posibilidades, casos e historias de machismos en esta área.			
02		P	1'
Descripción: Presentación del problema. Pregunta a los estudiantes sobre posibilidades, casos e historias de machismos en la Ciencia.			
03		IA1	40'
Descripción: Cada equipo describe sus hipótesis sobre el machismo en la Ciencia y presentarán a los demás compañeros.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: Cada equipo realizó una investigación sobre la vida de una científica y también sobre datos del machismo en la Ciencia. Los estudiantes presentaron sus conclusiones también a través de post de Instagram.			

Tabla 5. Secuencia de actividad: *Ayudando a las niñas a conocer la carrera científica*

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P6: ¿Por qué hay pocas mujeres en la Ciencia?	I	5'
Descripción: Introducción a través de un reportaje.			
02		P	1'
Descripción: Presentación del Problema 6.			
03		IA1	40'
Descripción: Cada equipo desarrolla sus hipótesis en relación al problema plantado.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: Los equipos investigan sobre la temática y realizan propuestas de mejora en la escuela y en la sociedad a través de un post de Instagram.			



Tabla 6. Secuencia de actividad: *¿Cómo debemos enseñar Ciencias según los científicos de la educación?*

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P7: <i>¿Qué dicen los científicos sobre cómo debemos enseñar Ciencias?</i>	I	5'
Descripción: Introducción a través de una pequeña charla de la docente.			
02		P	1'
Descripción: Presentación del Problema			
03		IA1	40'
Descripción: Momento en que los equipos escriben sus hipótesis a cerca del problema planteado.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: Cada alumno, individualmente, realiza la lectura de un artículo científico sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. A través de una tabla, y de forma colectiva, cada estudiante del equipo ayuda a categorizar lo que dicen los científicos en relación a: <i>formación docente, metodología de enseñanza, evaluación, herramientas, contenidos, etc.</i> Al final, son comparadas las ideas iniciales con las ideas finales.			

La última tabla, aún no ha sido puesta en marcha.

Tabla 7. Secuencia de actividad: *¿Cómo debería ser la Enseñanza de las Ciencias en la Escuela?*

Nº Actividad	Nombre Actividad	Fase	Tiempo
01	P10: <i>¿Cómo es la Ciencia de la escuela hoy y cómo debería ser?</i>	I	5'
Descripción: Introducción a través de un vídeo.			
02		P	1'
Descripción: Presentación del Problemas.			
03		IA1	40'
Descripción: Los estudiantes en equipo escribirán sus ideas iniciales. Haremos un pequeño mural sobre los obstáculos para lograr una enseñanza de las ciencias más innovadora en la escuela.			
04		C: (BI, C, IA2)	120'
Descripción: Intentaremos buscar soluciones para cada obstáculo (un equipo busca soluciones para los obstáculos planteados del otro equipo), presentaremos otra vez la pregunta inicial para averiguar si ellos han cambiado de idea en relación a los obstáculos sobre la innovación.			



Cuestionario inicial-final de seguimiento de los estudiantes

Este CIMA emplea cuestionarios iniciales (CI) y cuestionarios finales (CF) como instrumento para medir el proceso de aprendizaje de los estudiantes (García, Porlán y otros, 2017). Este modelo docente emplea una metodología de análisis cualitativo y cuantitativo de los CI y CF para detectar fortalezas y debilidades del proceso, tanto del aprendizaje cuanto de la enseñanza. Todas las preguntas son abiertas. El cuestionario es realizado en papel. Sin embargo, para hacer el análisis de este CIMA, fueran evaluadas las primeras preguntas del cuestionario a través de respuestas anónimas utilizando un enlace que permite que las respuestas sean registradas de forma *online*. Al final del cuatrimestre el cuestionario de forma física (CF) será entregado a los alumnos otra vez. Las preguntas del CI y del CF son las mismas, justamente para poder analizar las ideas de los estudiantes antes y después de las actividades de contraste. Conocer los modelos mentales del alumnado nos permite adaptarnos al proceso de enseñanza y personalizarla (Porlán, Delord y otros, 2020).



Figura 3. Cuestionario *online* de las primeras preguntas del CI.

Las preguntas del CI y del CF son:

- *Según tu punto de vista, ¿para qué cosas sirve la Ciencia? Indica todas las que creas y arguméntalo.*
- *¿Cómo crees que se hace Ciencia?, ¿hay una norma, un protocolo, un método, una fórmula...? Indica y explica los pasos a seguir para hacer Ciencia.*
- *¿Explica todo lo que es necesario hacer para ser un científico o científica?*
- *¿Qué tipo de personas crees que pueden hacer una investigación?, ¿por qué?*
- *¿Por qué crees que aún hay pocas mujeres en las Ciencias? Arguméntalo.*
- *Dibuja un científico trabajando.*



- ¿Cuáles son las características de un científico según tu punto de vista?
- ¿Cómo crees que se enseña habitualmente las Ciencias en primaria? Explícalo en detalle...
- ¿Cuál es la forma que tu consideras mejor para enseñar Ciencias en primaria y por qué?

Aplicación del CIMA

Relato resumido de las sesiones

En general, en las primeras tres semanas de clase en ritmo ha sido más lento y los alumnos han tardado en hacer las tareas propuestas. Es normal, una vez que prácticamente los demás docentes hacen todo por ellos y ellos solo tiene que estar sentados escuchando. La propuesta del CIMA es algo completamente activo para que el alumno sea el protagonista. Superadas las tres semanas, he notado un cambio de postura en los estudiantes. Empezaron a estar más concentrados, menos ruidos y muy motivados.

La cercanía entre profesor y alumno empezó a ser más evidente. Los equipos empezaron a llamarme más veces. Nos sentíamos en confianza. Las tareas han sido muy bien aceptadas por el grupo. Sin embargo, he tenido que cambiar algunas cosas del CIMA. Algunos ajustes necesarios:

- No siempre fue posible hacer una introducción. Hemos tenido algunos problemas con el sonido del aula y con internet. La mayoría de las introducciones antes de la presentación del problema de investigación eran vídeos de YouTube. Así que la propia docente, al no poder mostrarlos, hacia la introducción y contextualizaba la tarea a través de pequeñas charlas.
- Las conclusiones de las investigaciones eran a través de exposiciones en PowerPoint o Vídeos creados por los propios alumnos. Pero con 73 alumnos en más de 12 equipos resultó imposible. Hasta que tuve la idea de hacer un Instagram para los estudiantes.

En la cuenta del Instagram los alumnos y las alumnas tenían la clave (era una cuenta compartida) y sus conclusiones fueron realizadas a través de publicaciones en esta plataforma. También cada equipo ha creado una *historia destacada*, una especie de carpeta para subir sus tareas. Los grupos, y sus carpetas, tienen nombres de animales y en esas «carpetas» eran dónde subían sus trabajos, en forma de vídeos o infografías, conocidos como «post» o publicaciones.

Según Bain (2007), es necesario crear un *entorno para el aprendizaje crítico natural* para que los esquemas mentales de los estudiantes sean un motor de motivación y de aprendizaje personal, por lo que es muy



importante ayudar a que los alumnos a que estén interesados en aprender. El Instagram conecta con su realidad y con su contexto cotidiano y favorece mucho el enganche de los estudiantes.



Figura 4. Instagram con los trabajos y carpetas de los estudiantes.

Fue muy interesante conocer las ideas de los alumnos al final de un bloque de enseñanza y no al final de toda la enseñanza. En mi CIMA anterior,



yo solo conocía sus ideas al final de toda la enseñanza. Me ha parecido interesante, y muy útil, la herramienta Kahoot para conocer sobre la marcha los obstáculos de los estudiantes y poder realizar pequeñas síntesis. Creo que esta idea voy a empezar a implementarla en mis demás CIMAs.

Sobre la participación de los estudiantes he quedado muy ilusionada a través del Instagram. Todos han participado mucho. Hemos tenido un episodio concreto en que no pude estar en clase y ellos han realizado la clase sin mi presencia en el aula y cuando llegué para ver si estaba todo bien y he visto que estaban muy a gusto haciendo la tarea, que en realidad yo «sobraba».

Para finalizar, ellos tienen un *cuaderno de trabajo* donde están todas las orientaciones y espacios para hacer las actividades. Este cuadernillo es una gran estrategia para ayudarlos en su autonomía y para registrar sus investigaciones.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

El análisis de estos resultados se ha realizado mediante el uso de *escaleras de aprendizaje*, con respuestas de tipo descriptivo (De Alba y Porlán, 2017). Se establecen unos niveles de evolución de los modelos mentales de los estudiantes con el objetivo final de evaluar el grado de aprendizaje, después del desarrollo de las actividades de contraste. Presentaré algunas de estas escaleras.

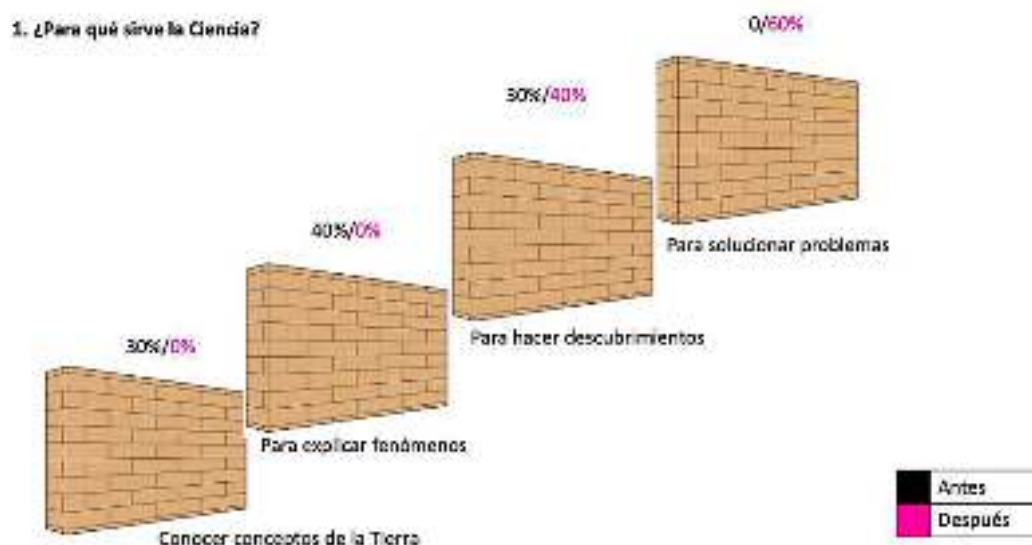


Figura 5. Escalera de aprendizaje sobre el problema 1.



Esta fue la escalera con menos cambios. Realmente es complicado entender qué es la Ciencia, ya que la Ciencia tiene bastantes aportaciones para la sociedad. Para esta escalera, ya estoy planificando una nueva actividad de contraste antes del final del curso.

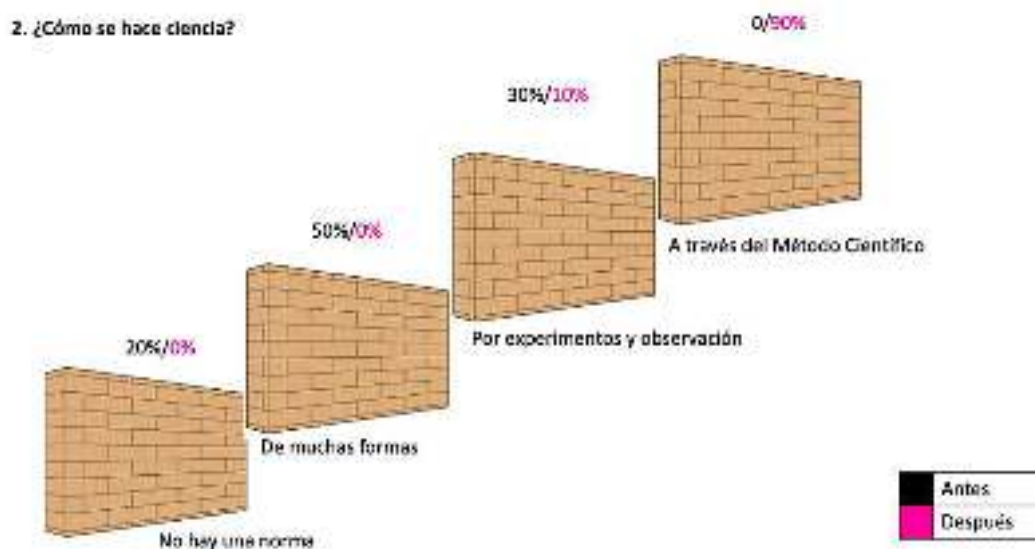


Figura 6. Escalera de aprendizaje sobre el problema 2.

En esta escalera observamos que 90 % de los estudiantes han llegado al nivel más alto.

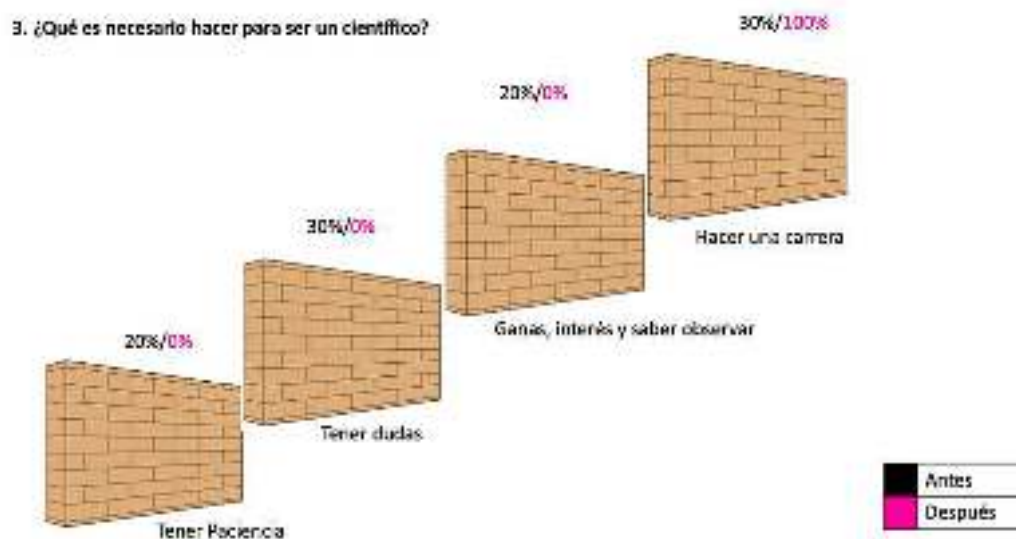


Figura 7. Escalera de aprendizaje sobre el problema 3.



En esta escalera, hemos visto que 90 % del alumnado ha llegado al nivel más alto.

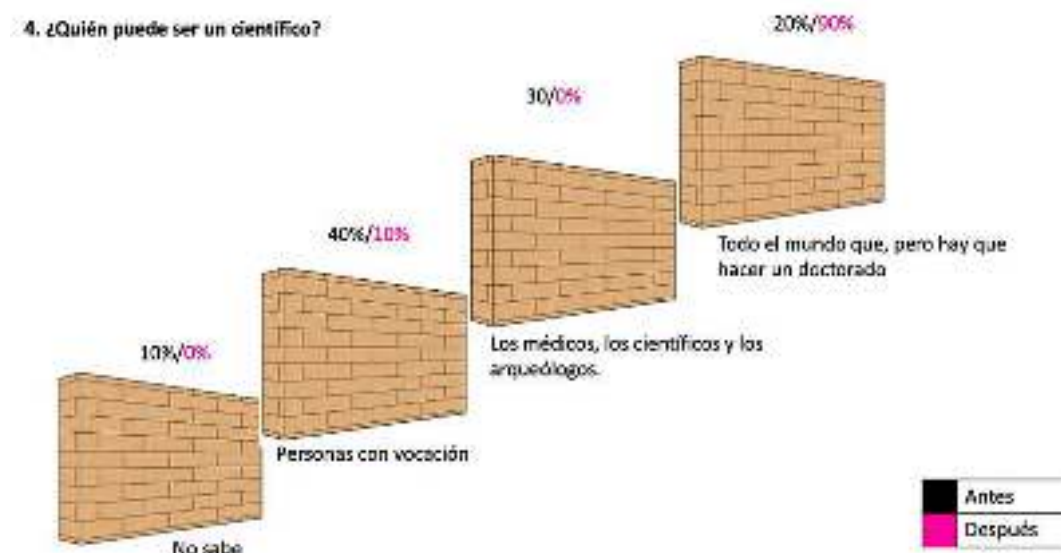


Figura 8. Escalera de aprendizaje sobre el problema 4.

En esta última escalera observamos que 90 % de los estudiantes llegaron al nivel más alto. Es muy significativo observar la evolución de sus respuestas. Al mismo tiempo saber que podemos identificar sus obstáculos de aprendizaje y volver a hacer nuevas actividades de contrastes de forma inmediata. También, con las escaleras podemos repensar para el futuro nuestras actividades y estrategias.

Evaluación del CIMA

En cuanto a las cuestiones a mantener o cambiar para un futuro CIMA, me gustaría tener una parte de evaluación post actividades de contraste para cada problema y poder hacer una síntesis, reforzando el aprendizaje y superando los obstáculos de algún o algunos estudiantes que no han llegado al nivel más alto.

Pretendo seguir utilizando en Instagram para hacer las conclusiones de los equipos en forma de publicación visual.

El cuadernillo para mí es esencial, es el espacio para que ellos escriban sus ideas, sus investigaciones y conclusiones. Además, ayuda a que tengan autonomía y control de lo que es necesario hacer.

En cada CIMA veo como las escaleras de aprendizaje son representativas y cada año las ideas de los estudiantes cambian. Eso es una de las



cosas que me deja un poco en duda: *¿Cómo las ideas previas de un grupo al otro, en cuestión de un año, puede ser tan distintas?* Para eso, creo que en los cuestionarios durante la pandemia las respuestas fueron más generales. En este año, al ser el cuestionario de formato físico y presencial, las respuestas estaban más elaboradas. Esta es una cuestión que estaré pendiente en los próximos años. Así que este año, las respuestas estaban mucho más elaboradas que en los dos anteriores.

Para finalizar, mi modelo de enseñanza se está consolidando en mi docencia, y el diseño de las actividades está mejorando. Sin embargo, no veo problemas en estar continuamente cambiando y ajustando las actividades. Creo que es parte de la docencia y de la investigación de mi propia práctica. La sociedad cambia continuamente y la práctica docente debe acompañar estos cambios y nuevas necesidades. Creo que el CIMA sirve justamente para eso.

Estoy muy satisfecha con los resultados de este CIMA, con la relación profesor-alumno y en poder estar con ellos de forma presencial, aún seguimos con las mascarillas y no es posible ver las «caritas».

Me gustaría agradecer a mi dinamizadora la Profesora Dra. Olga Duarte por apoyarme, ayudarme y a los demás docentes que están en mi equipo de la REFID. Las reuniones son amenas, interesantes y nos ayudamos mutuamente.

También me gustaría seguir elogiando al Programa FIDOP, por su relevancia en el cambio de la docencia universitaria.

Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- De Alba, N. y Porlán, R. (2017). La metodología de enseñanza. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 37-53). Ediciones Morata.
- Delord, G.; Hamed, S.; Porlán, R. y De Alba, N. (2020). Los Ciclos de Mejora en el Aula. En N. De Alba y R. Porlán (Coords.), *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica* (pp. 128-162). Morata.
- Delord, G. (2020). *Investigar en la Clase de Ciencias*. Ediciones Morata.
- García, E.; Porlán, R. y Navarro, E. (2017). Los fines y los contenidos. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 55-72). Ediciones Morata.
- Porlán, R.; Delord, G.; Hamed, S. y Rivero, A. (2020). El cambio de las concepciones y emociones sobre la enseñanza a través de Ciclos de Mejora en el Aula: un estudio con profesores universitarios de ciencia. *Formación universitaria*, 13(4), 183-200. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000400183>.
- Rivero, A.; Hamed, S.; Delord, G. y Porlán, R. (2020). Las concepciones de docentes universitarios de ciencias sobre los contenidos. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 15-35. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2845>.

