

# ¿Qué elementos favorecen el cambio de las ideas durante un proceso de investigación científica?

Solís-Espallargas, C.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.*

*Universidad de Sevilla.*

[carmensolise@us.es](mailto:carmensolise@us.es)

## RESUMEN

Nuestra pretensión es investigar sobre cómo es el proceso de cambio de las ideas de futuros maestros de primaria mediante una experiencia de formación en investigación. Esta propuesta parte de una reformulación del experimento *La caja negra*, en el que el alumnado lleva a cabo un proceso de investigación para averiguar los objetos que contiene en su interior. Como conclusiones recogemos reflexiones sobre el papel que juega la construcción conjunta de conocimiento en los procesos de evolución de las ideas, así como, un análisis sobre qué elementos claves plantea el alumnado como facilitadores del cambio. Para finalizar mostramos las dificultades encontradas por el alumnado en el aprendizaje del proceso de investigación.

## Palabras clave

Ideas de los alumnos, formación inicial del profesorado, investigación.

## INTRODUCCIÓN

El aprendizaje y la comprensión del proceso de investigación en ciencias suponen un reto fundamental en la formación de maestras y maestros en esta disciplina. Presentamos la reformulación de la experiencia *La caja negra* (Meier, M., 2000) enmarcada en un modelo investigativo cuya finalidad persigue entre otras el "enriquecimiento del conocimiento de los alumnos en una dirección que conduzca hacia una visión más compleja y crítica de la realidad, que sirva de fundamento para una participación responsable en la misma" (García Pérez, 2000).

Investigar requiere poner en juego procesos reflexivos donde la interacción social y las actividades metacognitivas se fortalezcan (Rivero y otros, 2013). Esto implica que los futuros maestros aprendan a poner en interacción, con cierto rigor, significados procedentes de la persona que investiga, de otras personas y de los fenómenos de la realidad, para abordar problemas necesarios o interesantes.

Para el desarrollo de este trabajo tomamos como referencia una serie de supuestos didácticos favorecedores de los procesos de cambio de las ideas durante el proceso de investigación. Entre ellos, una metodología activa centrada en el alumnado, una actitud integradora frente a la realidad, el valor de las ideas del alumnado, la revaloración de la creatividad y la autonomía en la construcción del conocimiento y la necesidad de fomentar la construcción conjunta a partir de procesos comunicativos en el aula (Cañal, Pozuelos y Travé, 2005). También tenemos en cuenta cómo el enfoque investigativo pretende fomentar la curiosidad en el alumnado para que lo lleve a plantearse preguntas

y se sienta estimulado para resolverlas. Entre otros, estos autores plantean que estos supuestos favorecen el desarrollo de estrategias para la resolución de problemas que es donde se produce avances en el aprendizaje.

De este modo, aprender a investigar requiere de un aprendizaje basado en la experimentación y reflexión sobre el proceso, que parte del planteamiento de un problema y se desarrolla una secuencia de actividades dirigida a la resolución de los mismos, en los que es un punto importante llevar a cabo procesos de discusión y debate, de confrontación de ideas y de acuerdos para la construcción conjunta del conocimiento.

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objeto de este análisis se centra en estudiar qué elementos que ocurren en el proceso de investigación son favorecedores del cambio de las ideas que experimenta el alumnado. Para ello la investigación incluye actividades de metacognición, donde el alumnado ya sea de forma individual o en equipos de trabajo reflexiona sobre sus propio aprendizaje (Pizzato, 2011).

En la siguiente figura 1 se muestra la secuencia de actividades planteadas para la investigación:

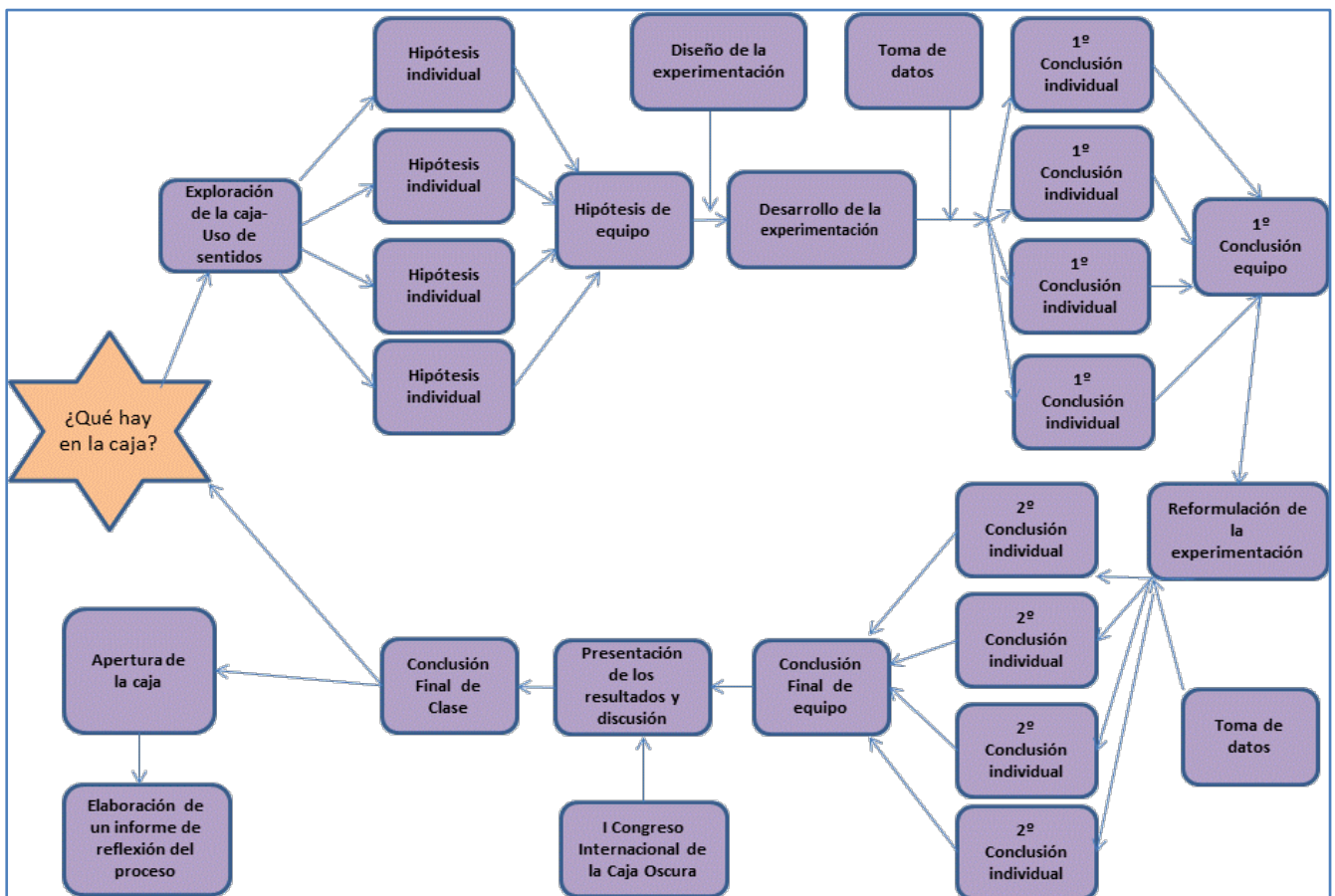


Figura 1. Secuencia de actividades de la investigación.

Para el análisis utilizamos los datos provenientes de cinco fases del proceso: F1: hipótesis individual, F2: primeras conclusiones individuales, F3: primeras conclusiones de equipo, F4: conclusiones finales individuales y F5: conclusiones finales de equipo y un Informe individual final en el que el alumnado reflexiona sobre su proceso de aprendizaje.

Como elemento de investigación utilizaremos *La caja negra*. Esta caja tiene un tamaño de 50x40x20 cm, está sellada y posee pequeñas perforaciones y ventanas cubiertas con papel celofán. Está compuesta por dieciséis elementos que pasamos a detallar: esponja, lana, tapón de corcho, cascabel, ambientador, canica, monedas de metal, lentejas, caja sorpresa, cadena unida a tornillo, caja sorpresa, cartón separador, doble fondo, espejo y sonajero.

En las siguientes imágenes mostramos la colocación de los objetos en la caja:



Figura 2: Fotografía del interior de la caja Figura 3: Fotografía del exterior de la caja

Como instrumentos de recogida de datos utilizaremos el dibujo y la descripción escrita del dibujo. Instrumentos que se llevará a cabo en las cinco actividades indicadas. Junto a estos instrumentos se les pide al alumnado que argumente el cambio de los elementos de la caja en coherencia con los datos que obtienen de la experimentación.

La muestra objeto de estudio lo conforma un grupo de 25 alumnos de maestros de primaria en formación de 2º curso de la asignatura de Didáctica de las ciencias experimentales. El alumnado está organizado en 6 equipos de trabajo.

## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Siguiendo a autores como Gil (2000), este proceso de investigación principalmente ha estado dirigido y planificado por la profesora como facilitadora del proceso de aprendizaje, sin embargo, en esta experiencia ha sido fundamental la elaboración por parte del alumnado del diseño de la experimentación y la selección de los instrumentos necesarios para llevarla a cabo.

Comenzamos la propuesta de aprender a investigar con el planteamiento de un problema. Presentamos al grupo de clase de maestros en formación de primaria un regalo acompañado de una carta explicativa. El sentido de la carta persigue la contextualización del regalo para que sea asumido por el alumnado y conecte con sus motivaciones, ya que la carta tiene el objetivo de plantear un problema: “¿Qué hay en la caja?”

El grupo clase se dividió en equipos de cuatro/cinco miembros para el desarrollo de las actividades propuestas. Propusimos una primera exploración de la caja mediante el uso de los sentidos para poner de manifiesto las ideas en forma de hipótesis sobre qué creen que hay en la caja. Esta actividad tiene dos procesos distintos: la expresión mediante un dibujo de las ideas individuales y el intercambio y contraste de ideas en los pequeños grupos.

Tras la expresión de las ideas en los equipos y la detección de dudas y discrepancias, les planteamos que diseñasen estrategias para dar respuesta al problema. Una vez terminadas, cada equipo llevó a cabo los experimentos con los instrumentos que trajeron al aula. Tras la toma de datos les propusimos que de forma individual planteasen sus primeras conclusiones dibujando el interior de la caja. Una vez elaboradas las conclusiones individuales presentaron en los equipos de trabajo sus dibujos y justificaron sus conclusiones para llegar a unas conclusiones de equipo. Este proceso exigió un acuerdo sobre los resultados. Esta negociación se realizó basándose en los datos obtenidos a partir de las experimentaciones procurando ser lo más rigurosa posible.

En este momento de la secuencia de actividades el equipo reflexionó sobre la necesidad de reformulación de los experimentos y la utilidad de los instrumentos utilizados para obtener datos que les permitiesen tener una mayor aproximación de la realidad. Los equipos que lo consideraron necesario, (que fueron todos), volvieron a realizar nuevos experimentos con diferentes instrumentos. Tras la segunda experimentación ofrecimos nuevos instrumentos para que siguieran avanzando en la toma de datos.

Continuando la misma dinámica de elaboración de conclusiones primero de forma individual y posteriormente de forma conjunta en los equipos de trabajo, acordaron las respuestas a la pregunta planteada en forma de dibujo.

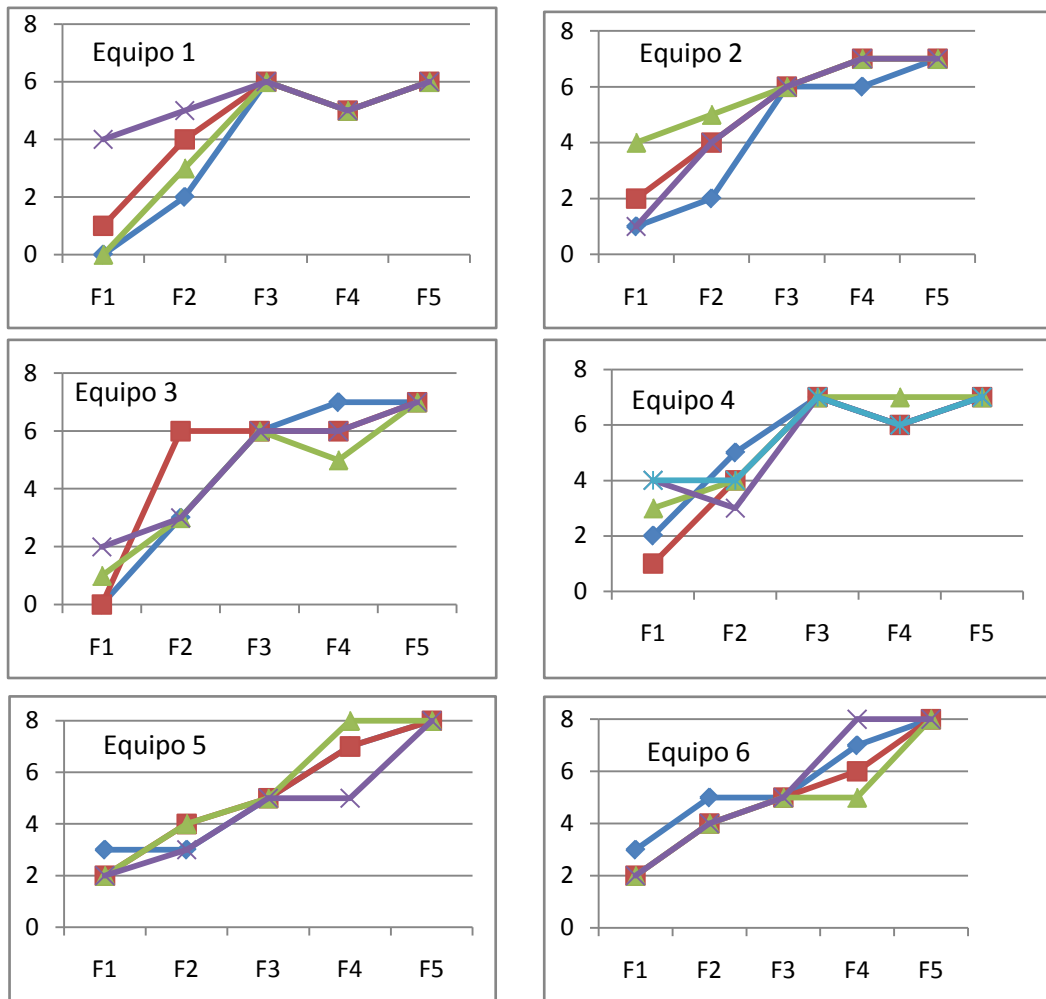
Una vez elaboradas las conclusiones cada equipo presentó su trabajo en el I Congreso internacional de la caja negra organizado con el grupo clase. Los equipos expusieron y defendieron sus conclusiones argumentando a partir de los resultados obtenidos de los experimentos realizados. Tras las exposiciones, se inició un proceso de discusión en el grupo clase negociando y acordando de forma democrática y rigurosa las mejores respuestas a la pregunta planteada. La respuesta a la pregunta quedó construida mediante un dibujo en la pizarra en el que fueron haciendo aportaciones los diferentes equipos. Una vez terminado este proceso, se procedió a la apertura de la caja para que pudieran comprobar en qué medida se habían aproximado a la realidad.

El proceso terminó con la elaboración de un informe en el que mediante un guion se les pidió que de forma individual reflexionasen sobre el propio proceso de investigación, las dificultades encontradas y una metareflexión en la que los alumnos tomaran conciencia sobre lo aprendido durante la experiencia con el fin de favorecer la movilización y el cambio de las ideas.

## **ANÁLISIS DE LOS DATOS**

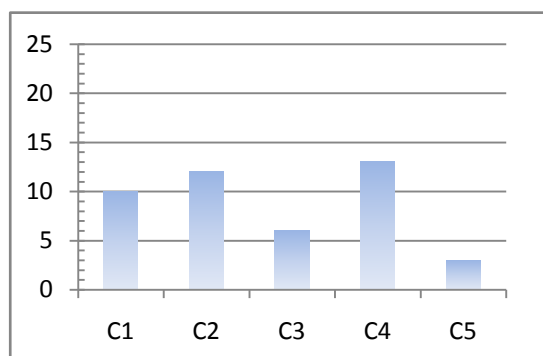
El objeto de este análisis se centra en estudiar cuáles son algunos de los elementos que forman parte del proceso de investigación que favorecen la evolución de las ideas. Para ello hemos planteado una metodología mixta en la que hemos analizado datos desde un enfoque cuantitativo sobre cuáles son los momentos de evolución de las ideas complementado con un análisis más cualitativo de las declaraciones del alumnado sobre su proceso de aprendizaje.

A continuación presentamos gráficamente los datos procedentes del análisis de los dibujos de las cajas y descripciones atendiendo al número de elementos acertados en cada fase del proceso.



Para el tratamiento de los datos desde un enfoque cualitativo, hemos identificado mediante Atlas.ti unidades de información significativas en los informes escritos del alumnado y las hemos agrupado por categorías que han venido dadas por los tipos de respuestas. En la siguiente gráfica representamos las categorías frente al número de alumnos y alumnas que recogen argumentaciones que corresponden a dichas categorías.

- C1: Partir del planteamiento de problemas.
- C2: Trabajo grupal democrático.
- C3: Partir de los intereses del alumnado que fomente la curiosidad y la diversión.
- C4: El desarrollo de trabajo autónomo e iniciativa personal.
- C5: El desarrollo de un proceso de investigación.



## **POSIBLES ELEMENTOS QUE FACILITAN LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS DEL ALUMNADO**

Del análisis de los resultados de las gráficas vemos que en los momentos de más avances hacia una respuesta más próxima a la realidad (mayor número de elementos acertados) se producen justamente en las actividades de primeras conclusiones de equipo y conclusiones finales de equipo. Estas fases del proceso tienen la característica común de estar orientadas para la cooperación y el intercambio de experiencias e ideas individuales y la construcción de forma colectiva. Así mismo, del análisis del informe de los alumnos vemos cómo una de las categorías con mayor número de respuestas corresponde con la C2 “trabajo grupal democrático” en las que las respuestas giran en torno a la idea de que el trabajo en equipo favorece el proceso de cambio pero el trabajo de una determinada manera: respetando las ideas de los compañeros, argumentando las ideas propias y llegando a consensos en los trabajos de equipo. Estos resultados contrastan con otros estudios realizados sobre las concepciones que tiene el alumnado sobre el trabajo en equipo en los que suele predominar una concepción muy simple sobre el trabajo en equipo de forma que trabajar en cooperación con otros alumnos ya que concluyen que es bueno porque crea un ambiente agradable y distendido que favorece la motivación pero reconocen escasamente que el trabajo cooperativo facilite la construcción del conocimiento (García y Cubero, 2000).

En los gráficos de los grupos vemos cómo el proceso de cambio sobre las ideas que predominan de los componentes de la caja tiene un carácter procesual que más que atender a patrones exponenciales lineales atiende más a patrones exponenciales con picos de subidas y mesetas. Los patrones de las gráficas en los momentos F3 (1ª conclusión de equipo) y F4 (conclusión final individual) revelan diferencias en la evolución de las ideas individuales tras una puesta en común con el equipo por lo que el proceso individual y colectivo no tienen por qué llevar la misma evolución.

Considerando las respuestas individuales del alumnado sobre los posibles elementos favorecedores del cambio de las ideas destacamos que 13 alumnos destacan como elemento favorecedor ser responsables de su propio proceso de cambio (C4), el hecho de desarrollar criterios propios para argumentar, decidir y actuar, hace que tomen conciencia de sus ideas y las puedan defender con argumentaciones.

Respecto al resto de respuestas, 10 alumnos plantean respuestas relacionadas con que partir de problemas para resolver ayudan en los procesos de cambio, sobre todo plantean como fundamental saber identificar y comprender bien el problema. Entre las respuestas de la C3 destacamos cómo juega un factor clave el aprendizaje motivado por la curiosidad especialmente en procesos de investigación. La categoría C5 recoge respuestas relacionadas con cómo el propio proceso de investigación científica es un elemento favorecedor del cambio de las ideas destacando especialmente las fases de hipótesis, experimentación, establecimiento y comunicación de conclusiones.

### **Dificultades encontradas por el alumnado.**

Las mayores dificultades declaradas por el alumnado en sus informes finales sobre el proceso de investigación corresponden a su vez con alguno de los elementos que consideran favorecedores de la evolución de sus ideas. Estas dificultades giran en torno a los conflictos que surgen en el proceso de negociación democrática de las ideas.

Manifiestan la dificultad de establecer consensos en el equipo, sin embargo declaran una influencia positiva del acuerdo en el cambio de las ideas individuales. Otras dificultades detectadas se refieren a los problemas encontrados para establecer hipótesis, diseñar experimentos y utilizar instrumentos adecuados para conseguir el objetivo de la investigación.

## ANEXO I

Presentamos un ejemplo de recogida de las ideas del *equipo 4* mediante el dibujo en las distintas fases del proceso de investigación.

F1: Hipótesis inicial individual	F2: Primeras conclusiones individual	F3: Primeras conclusiones de equipo	F4: Conclusiones Finales individual	F5: Conclusiones Finales de equipo

Tabla 1: Ejemplo de recogida de datos mediante el dibujo.

## BIBLIOGRAFÍA

Cañal, P, Pozuelos, F yTravé, G. (2005) *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo* (6-12), (pp. 58-61). Sevilla: Díada.

García, J. E., y Cubero, R. (2000). Constructivismo y formación inicial del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 42, 55-66.

García Pérez, F. F. (2000) Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. V, nº 207, último acceso el 1 de febrero de 2014, desde <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm>.

Gil-Pérez, D. (2000). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias, Relaciones controvertidas. *La enseñanza de las ciencias*, 149.

Meier, M. (2000). La Caja Negra. *Journal of MaterialsEducation*, 22(4-6), 167-170.

Pizzato, M. (2011).El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 353-370.

Rivero, A.<sup>a</sup>; Martín del Pozo, R.<sup>b</sup>; Solís, E.<sup>a</sup>; Porlán, R.<sup>a</sup>; Azcárate, P.<sup>c</sup>; Ezquerra, A.<sup>b</sup>; Fernández, J.<sup>a</sup>; Hamed, S.<sup>a</sup>; Rodríguez, F.<sup>a</sup>; Solís, C. (2013). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. *Actas Conferencia ESERA*. Chipre.