

# Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica

Colección: Aulas de Verano  
Serie: **Ciencias**



Colección: Aulas de Verano

Serie: Ciencias



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN  
Y FORMACIÓN PROFESIONAL

Instituto de Formación del Profesorado,  
Investigación e Innovación Educativa (IFIIIE)

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Subdirección General de Documentación y  
Publicaciones

Catálogo de publicaciones del Ministerio:  
[educacion.gob.es](http://educacion.gob.es)

Catálogo general de publicaciones oficiales:  
[publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es)

Fecha de edición: 2011

NIPO 820-11-507-2

ISBN 978-84-369-5215-5

Depósito Legal: M-49828-2011

Imprime: OMAGRAF S.L.

**Dirección editorial de la obra** *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica*: MARÍA DEL PILAR JIMÉNEZ ALEIXANDRE

**Coordinación**: LUIS FERNÁNDEZ LÓPEZ

**Autores:**

**David BRUSI BELMONTE**

Profesor titular. Especialidad: Geodinámica externa. Universidad de Girona.

**Ramón CID MANZANO**

Catedrático de educación secundaria. Especialidad: Física y Química. IES de Sar, Santiago de Compostela (A Coruña).

**Luis FERNÁNDEZ LÓPEZ**

Profesor de educación secundaria. Especialidad: Biología y Geología. IES Carlos Casares, Viana do Bolo (Ourense).

**Juan Ramón GALLÁSTEGUI OTERO**

Catedrático de educación secundaria. Especialidad: Física y Química. IES As Barxas, Moaña (Pontevedra).

**María Pilar JIMÉNEZ ALEIXANDRE**

Catedrática de universidad. Especialidad: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.

**Conxita MÁRQUEZ BARGALLÓ**

Profesora titular. Especialidad: Didáctica de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona.

**Begoña OLIVERAS PRAT**

Profesora de educación secundaria. Especialidad: Física y Química. IES Menéndez y Pelayo, Barcelona

**José Luis OLMO RÍQUEZ**

Profesor de educación secundaria. Especialidad: Biología y Geología. IES Guadiana, Villarubia de los ojos (Ciudad Real)

**David SABIN JEREZ**

Profesor de Educación secundaria. Especialidad: Biología y Geología. IES Lazarillo de Tormes, Escalona (Toledo)

**Neus SANMARTÍ PUIG**

Catedrática emérita. Especialidad: Didáctica de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona

**Jordi SOLBES MATARREDONA**

Profesor Titular. Especialidad: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia

**Nuria SOLSONA I PAIRÓ**

Departamento de Educación. Generalitat de Catalunya

# Índice

## Presentación

*Argumentar y usar pruebas en clase de ciencias*

**María Pilar Jiménez Aleixandre**

*Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas*

**Luís Fernández López**

*¿Cómo promover el desarrollo de la competencia científica?*

**Conxita Márquez Bargalló**

*Leer críticamente las ideas y pruebas que aportan los artículos periodísticos*

**Neus Sanmartí Puig y Begoña Oliveras**

*La indagación en el laboratorio*

**Juan Ramón Gallástegui Otero**

*Indagación sobre la visión*

**Jordi Solbes Matarredonda**

*Una educación química que promueva el interés de chicas y chicos*

**Nuria Solsona i Pairó**

*La física contemporánea y los experimentos del CERN en la ESO*

**Ramón Cid Manzano**

*Volcanes de película: el uso didáctico del cine en la enseñanza de la geología*

**David Brusi Belmonte**

## MATERIAL COMPLEMENTARIO

*El nacimiento de un blog "serendípico"*

**David Sabín Jerez y José Luís Olmo Ríquez**

Ediciones del Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa

---

## PRESENTACIÓN

Esta publicación comprende un conjunto de propuestas de profesorado de educación secundaria y universidad, con el objetivo de ayudar a aproximarnos a la indagación en el aula y, desde la práctica, valorar de qué modo diferentes estrategias educativas favorecen el desarrollo de las competencias científicas. Se dirige principalmente a profesorado de ciencias de secundaria, aunque también puede ser útil para docentes de otros niveles. Combinando una aproximación teórica a la argumentación, la indagación y las prácticas científicas, con propuestas experimentadas para el aula, pretende aportar ideas y recursos que los profesores y profesoras puedan llevar a sus clases.

La publicación recoge las ponencias del curso *Indagación en el aula y competencias científicas*, que tuvo lugar en la sede de la UNED de Ávila entre el 5 y 9 de julio de 2010, en el contexto de los cursos de verano para el profesorado del *Ministerio de Educación*.

Las competencias científicas, en el contexto de las competencias básicas, son un elemento clave en los nuevos currículos que han sido desarrollados tras la aprobación de la *Ley Orgánica de Educación*. Como punto de partida es necesario caracterizar lo que entendemos por competencias científicas y conceptos que pueden ser útiles para desarrollarlas, como indagación, argumentación, uso de pruebas o prácticas científicas.

Y, ¿cómo llevar esto al día a día de nuestras clases de Biología, Geología, Química o Física? En este trabajo se ofrecen varias experiencias con este objetivo. Por ejemplo: el uso de modelos, las prácticas de química desde la cocina, la lectura crítica de textos científicos de la prensa, los proyectos de investigación pensados, desarrollados y comunicados por el alumnado, las prácticas de óptica, el uso del cine, el conocimientos de las

---

experiencias realizadas en el CERN, el uso del laboratorio para favorecer la capacidad argumentativa o el uso crítico de las falsedades de las pseudociencias son ejemplos concretos que ofrecemos para trabajar y mejorar las competencias científicas del alumnado.

En definitiva se pretende poner al alcance de las y los docentes herramientas teóricas y prácticas que les puedan ayudar a innovar y a mejorar la enseñanza de las ciencias.

# **Argumentar y usar pruebas en clase de ciencias**

**María Pilar Jiménez Aleixandre**

## Índice

1. Argumentación como participación en las prácticas científicas
  2. Argumentación y competencia científica en los currículos
  3. La argumentación y el uso de pruebas en la clase de ciencias
- Referencias

¿Qué es la argumentación? ¿Por qué es importante que el alumnado aprenda a argumentar? ¿Qué relación tiene con el desarrollo de la competencia científica? ¿Cómo podemos favorecer la práctica de la argumentación en la clase de ciencias? En este capítulo abordamos estas cuestiones en tres apartados: en primer lugar la caracterización de la argumentación y su papel en el aprendizaje de las ciencias, desde el punto de vista teórico; en segundo, su posición en relación con la competencia científica; y en tercero algunas ideas sobre cómo introducirla en la clase de ciencias.

## 1. ARGUMENTACIÓN COMO PARTICIPACIÓN EN LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS<sup>1</sup>

¿Qué es la argumentación? Se puede definir de distintas formas, pero la que tomamos como punto de partida es: argumentación es el proceso de evaluación del conocimiento (teorías, hipótesis, explicaciones) en base a las pruebas disponibles (Jiménez Aleixandre, 2010). Hay que tener en cuenta que esa evaluación, como resul-

---

1. Este trabajo forma parte del proyecto EDU2009-13890-C02-01 (subprograma EDUC) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

tado de la cual se aceptan o se rechazan determinados enunciados, explicaciones etc., tiene una importante dimensión de persuasión, es decir, de convencer a una audiencia, sean personas que leen o escuchan, de un argumento determinado. En consecuencia con esta definición, el proceso de argumentación implica seleccionar, interpretar y utilizar pruebas. Hablamos de pruebas disponibles en cada momento, porque estas pueden cambiar, y la aparición de nuevas pruebas llevarnos a modificar la evaluación de una teoría, a aceptar algo previamente descartado o a descartar algo anteriormente aceptado. Es decir, los conocimientos científicos pueden cambiar en el tiempo en función de nuevas pruebas.

Así por ejemplo Copérnico trató de convencer a sus contemporáneos de que la Tierra giraba en torno al Sol y no al revés. A mediados del siglo XX, de entre las distintas teorías que intentaban identificar las causas del relieve terrestre, la de la tectónica global empezó a ser considerada compatible con más pruebas de distinto tipo, y acabó imponiéndose a otras como la contracción de la Tierra debido al enfriamiento. Otro ejemplo es la hipótesis de Avogadro para establecer las fórmulas y las masas de las moléculas, que no fue tenida en cuenta hasta ser retomada por Cannizzaro casi 50 años después de su publicación (Jiménez Aleixandre y Gallástegui, 2011).

¿Por qué es importante que el alumnado aprenda a argumentar? Hay un amplio consenso entre las personas que trabajan sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias acerca de lo que significa aprender ciencias. En esa perspectiva, lo que se entiende hoy día por aprender ciencias incluye, además de comprender y usar conceptos y modelos científicos, participar en prácticas científicas. Estas prácticas se corresponden, más que con una serie de “pasos” o etapas del llamado método científico, con formas de trabajar de la comunidad científica, con procesos relacionados con la producción o elaboración del conocimiento (Jiménez Aleixandre, 2011). No se trata pues de que el alumnado aprenda una lista de fases del método científico, sino de que



tome parte en estas prácticas, en estos procesos. Se ha propuesto que estos procesos son fundamentalmente tres: construcción, evaluación (que incluye la argumentación, que hemos definido como evaluación del conocimiento) y comunicación del conocimiento. La discusión sobre estos tres procesos está más desarrollada en otros trabajos (por ejemplo Jiménez Aleixandre, 2010).

Puede decirse que este enfoque supone un reconocimiento de que el trabajo científico tiene una dimensión experimental o empírica, y también una dimensión discursiva, es decir, relacionada con leer, discutir o escribir sobre ideas científicas. No cabe duda de que una gran parte del tiempo de una investigadora o un investigador está ocupado por la lectura de libros o artículos, por la discusión con otras personas del equipo sobre cómo diseñar un estudio o una experiencia, cómo interpretar unos datos, qué aplicaciones o implicaciones pueden tener. También una gran parte de tiempo se dedica a escribir, por ejemplo, propuestas de investigación para financiar sus estudios, informes de investigaciones realizadas, libros o artículos.

En consecuencia, el aprendizaje de las ciencias debe incluir, además del trabajo experimental, la participación en estas actividades discursivas, leer críticamente o escribir textos científicos (Sanmartí, 1997) y evaluar teorías o enunciados en base a pruebas, es decir, argumentar, que es el aspecto discutido en este capítulo.

Cabe hacer notar que argumentar no significa simplemente debatir, oponer dos posiciones, expresar una opinión. Argumentar implica relacionar una posición o enunciado determinado con las pruebas que lo apoyan, o por el contrario, descartar una hipótesis en función de unas determinadas pruebas. En otro lugar (Jiménez Aleixandre, 2010) se discuten por ejemplo las distintas teorías que se oponían en el siglo XIX sobre las causas de las enfermedades que hoy llamamos infecciosas, y los datos que llevaron a Semmelweis a sostener la hipótesis del contagio. Otro ejemplo pueden ser las pruebas, genéticas, bioquímicas, embriológicas o paleon-

tológicas que sustentan la teoría de la evolución, es decir, la idea de que todos los seres vivos descendemos de un antepasado común (o de unos pocos antepasados comunes).

¿De qué forma contribuye la argumentación al aprendizaje de las ciencias, y en general al aprendizaje? De varias formas, entre las que podemos destacar:

- La argumentación contribuye a los objetivos relacionados con la mejora de los procesos de aprendizaje, ya que ayuda a desarrollar la competencia para aprender a aprender. Así como los aprendices de un oficio pueden observar directamente el desempeño de la persona experta y ser guiados, cuando se aprende a aprender no es posible observar los procesos cognitivos de los expertos (del profesorado), por ejemplo cómo se construye o se usa el conocimiento para llevar a cabo una tarea compleja o cómo se resuelve un problema. Tampoco el profesorado tiene acceso a los procesos cognitivos del alumnado. La argumentación ayuda a hacer públicos, mediante el lenguaje, algunos procesos cognitivos.
- La argumentación contribuye al desarrollo del pensamiento crítico. Esto está relacionado con la formación de una ciudadanía responsable, capaz de participar en las decisiones sociales. Por pensamiento crítico entendemos la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la realidad y participar en ella.
- La argumentación contribuye el desarrollo de competencias relacionadas con las formas de trabajar de la comunidad científica, con las prácticas científicas mencionadas al principio de este apartado. También favorece el desarrollo de ideas sobre la naturaleza de la ciencia que hagan justicia a su complejidad, lo que se denomina a veces cultura científica.

## 2. ARGUMENTACIÓN Y COMPETENCIA CIENTÍFICA EN LOS CURRÍCULOS

¿Qué relación tiene la argumentación con el desarrollo de la competencia científica?

Desde el punto de vista del currículo, la argumentación y el uso de pruebas pueden enmarcarse en la competencia científica (llamada en los documentos curriculares “competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico”. La competencia científica es una de las ocho competencias básicas recomendadas por la Unión Europea (UE, 2006) como el núcleo central para desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de toda la vida. A raíz de esta recomendación, las competencias han pasado a ser el eje de los currículos de diferentes países. En España, por ejemplo, la introducción de las competencias es el cambio más sustancial introducido por la LOE. La competencia científica ha sido, desde 1999, el eje de la evaluación internacional PISA (OCDE, 2006).

La competencia se define como la capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos y situaciones diversos, los conocimientos, destrezas y actitudes desarrollados en el aprendizaje. Esta noción supone dos novedades importantes, en primer lugar se subraya la puesta en práctica, la aplicación de lo aprendido a contextos y situaciones nuevas y en segundo lugar se plantea la integración de saberes conceptuales, destrezas y actitudes. El énfasis en la aplicación de lo aprendido no es una cuestión menor, pues uno de los problemas del aprendizaje escolar es la incapacidad de una gran proporción del alumnado para aplicar los conocimientos y destrezas a situaciones nuevas. Por ejemplo, preguntados por la nutrición de las plantas en general son capaces de repetir la definición de fotosíntesis, pero cuando se les pide que expliquen el crecimiento de un árbol o de la planta en una maceta, recurren a explicaciones alternativas, al “alimento que contiene la tierra de la maceta” o al agua, o incompletas, refiriéndose a ella como si se tratase únicamente de un intercambio gaseoso, dejando en segundo plano la síntesis de materia orgánica.

La argumentación y el uso de pruebas tienen relación con la competencia científica. Dentro de esta competencia pueden considerarse tres dimensiones o capacidades requeridas para su desarrollo que están presentes tanto en PISA como en los currículos del Ministerio de Educación:

- 1) Identificar cuestiones científicas, que pueden ser abordadas por las ciencias, preguntas que pueden responderse a la luz de las pruebas; incluye también reconocer los rasgos esenciales de una investigación científica.
- 2) Explicar o predecir fenómenos aplicando el conocimiento científico adecuado.
- 3) Utilizar pruebas para extraer y comunicar conclusiones y para identificar los supuestos y el razonamiento en los que se basa una conclusión. También criticar argumentos de otras personas basándose en pruebas. En el marco de PISA se incluye en esta dimensión el manejo de información científica y la selección de conclusiones alternativas en relación con las pruebas.

En nuestra opinión (Jiménez, Bravo y Puig, 2009) estas tres capacidades, llamadas en PISA “competencias científicas” están conectadas entre sí. En resumen, el uso de pruebas (parte del proceso de argumentación) es una de las tres capacidades que constituyen la competencia científica, según la evaluación PISA y los documentos curriculares.

Sin embargo, no es suficiente con que una práctica se recomiende en los documentos curriculares, y no siempre resulta fácil para el profesorado trasladar estas recomendaciones al aula. Esta es la cuestión que se discute en el tercer apartado.

### 3. LA ARGUMENTACIÓN Y EL USO DE PRUEBAS EN LA CLASE DE CIENCIAS

¿Cómo podemos favorecer la práctica de la argumentación en la clase de ciencias? Esta cuestión es compleja y no puede abordarse con detalle en unas pocas páginas. A continuación se resumen algunas ideas sobre ella, y en otros trabajos se ha tratado en más detalle. En el documento Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias (Jiménez, Gallástegui, Eirexas y Puig, 2009), que se puede descargar en la página Web del proyecto RODA ([www.rodasc.eu](http://www.rodasc.eu)), se reúnen algunos recursos y actividades para llevar la argumentación al aula. Un trabajo de mayor extensión es el libro 10 Ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas (Jiménez-Aleixandre, 2010), en el que se discuten tanto aspectos teóricos como actividades para llevar la argumentación a las clases de ciencias.

Hay que tener en cuenta que muchos profesores y profesoras trabajan la argumentación, por ejemplo cuando solicitan al alumnado que justifique sus explicaciones o respuestas, o cuando organizan debates sobre cuestiones científicas en las que se enfrentan dos o más posiciones. El reto es cómo lograr hacerlo de una forma más sistemática y explícita.

La argumentación se favorece a través de ciertos enfoques didácticos más que con otros. Hay consenso en cuanto a las relaciones entre argumentación e indagación, es decir, un currículo basado en unidades en las que el alumnado debe resolver un problema o llevar a cabo un proyecto de investigación, tomando parte en prácticas científicas. Lo que se entiende en este caso por prácticas científicas, como se ha indicado en el primer apartado, no son necesariamente prácticas idénticas a las de la comunidad científica, pues ni el tipo de problemas ni las tareas son iguales. A veces se identifica acercar la ciencia al alumnado con llevarlo a un laboratorio donde pueden manipular aparatos o practicar técnicas sofisticadas, pero creemos que esta idea no es muy productiva.

La implicación del alumnado en las prácticas científicas significa que toman parte en actividades de producción, evaluación y comunicación del conocimiento.

En nuestra opinión (Jiménez-Aleixandre, 2010) el alumnado toma parte en la argumentación si su papel en clase lo requiere. Como otras competencias, la argumentación y el uso de pruebas necesitan ser practicadas para desarrollarse. En otras palabras, no es suficiente con que el o la docente lo exponga, aunque en algunos casos puede ser útil combinarlo con la enseñanza de algunas ideas sobre la argumentación. Para que esta participación del alumnado tenga lugar es necesario que el diseño de tareas y del ambiente, clima o cultura del aula favorezca sus experiencias con la argumentación.

Las clases en las que se promueve la argumentación forman parte de las clases que adoptan una perspectiva constructivista, constituyen comunidades de aprendizaje y de pensamiento en las que lo característico son las prácticas de evaluación del conocimiento. En ellas se llevan a cabo indagaciones, pequeños proyectos de investigación como los descritos en el capítulo de Luis Fernández.

La argumentación se favorece con un currículo basado en problemas auténticos. Estos son problemas en los que los alumnos y alumnas pueden reconocer su relación con la vida real, como elegir un sistema de calefacción para un edificio real, evaluar un plan de gestión ambiental, diseñar una gestión eficiente de recursos en un ecosistema, problemas que requieren trabajar con datos, seleccionar explicaciones u opciones.

Los niños y niñas que protagonizan su aprendizaje toman parte en argumentos. En estas clases el alumnado tiene un papel activo, elaboran productos que pueden ser evaluados y comparados, escogen entre alternativas en base a pruebas, intentan llegar a acuerdos. El profesorado en estos ambientes ejerce el papel de modelo y guía estos procesos, favorece que el alumnado controle sus aprendizajes y reflexione sobre sus propias ideas. Son clases en las que el conocimiento se utiliza como una herramienta para resolver problemas.

## REFERENCIAS

- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- (2011). “Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en biología y geología”. En P. Cañal (Ed.). *Didáctica de la Biología y la Geología*. Barcelona: Graó.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P.; BRAVO, B. Y PUIG, B. (2009) “¿Cómo aprende el alumnado a evaluar pruebas?”. *Aula de Innovación Educativa*, 186, 10–12.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P. Y GALLÁSTEGUI, J.R. (2011). “Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en física y química”. En A. Caamaño (Ed.). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Graó.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P.; GALLÁSTEGUI, J.R.; EIREXAS, F. & PUIG-MAURIZ, B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú. Proyecto Mind the Gap [Hay versiones en gallego e inglés]. Descargable en [www.rodascu.eu](http://www.rodascu.eu)
- OCDE (2006) PISA 2006. *Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y lectura*. Madrid: Santillana/Ministerio de Educación y Ciencia.
- SANMARTÍN, N. (1997) “Enseñar a elaborar textos científicos en la clase de ciencias”. *Alambique*, 12, 51–61.
- UE (2006). “Recomendación del Parlamento Europeo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente”. *Diario Oficial de la UE*, 30/12/2006. Bruselas.

# Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas

Luis Fernández López



## Índice

Introducción

1. Los proyectos de investigación pensados y desarrollados por el alumnado

2. Reflexión final

Anexo

Bibliografía

## INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

Los cambios en el sistema educativo siempre provocan algún tipo de rechazo en parte de los y las docentes porque significan cambios en la manera de trabajar y la necesidad de aprender estrategias que ni hemos vivido como estudiantes, ni ha formado parte de nuestra formación inicial como profesores o profesoras.

Con la *Ley Orgánica de Educación* aparece un nuevo cambio en la legislación educativa: aparecen las competencias básicas, es decir, la necesidad de que nuestros alumnos y alumnas sepan manejar los conocimientos en contextos concretos. ¿Un nuevo cambio? ¿Hasta cuándo? En palabras de la profesora de didáctica de las ciencias M<sup>a</sup> Pilar Jiménez Aleixandre, de la Universidad de Santiago de Compostela, las *competencias básicas* han llegado para quedarse.

¿Qué hacer como docentes para que, desde las clases de ciencias, el alumnado sepa razonar, argumentar, escri-

1. Este trabajo forma parte del proyecto EDU2009-13890-C02-01 (subprograma EDUC) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

bir, hablar, manejar el correo electrónico, respetar, buscar sus soluciones, manejar las matemáticas en la realidad, presentar gráficamente unos resultados, etc.? Las estrategias pueden ser diversas y complementarias.

En este capítulo se intenta valorar en qué grado la investigación del alumnado de ESO y Bachillerato, a partir de proyectos diseñados por ellos y ellas, contribuye a la adquisición de las competencias básicas en general, y científicas en particular.

## 1. LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PENSADOS Y DESARROLLADOS POR EL ALUMNADO

Los proyectos de investigación son algo diferente a una práctica de laboratorio que siga una receta dada por el profesorado o por el libro de texto. Se trata de aproximarse, en el máximo grado posible, a la investigación científica real, es decir, hacer que los alumnos y alumnas trabajen como científicos y científicas. En una práctica clásica de Química, Física o Biología, con indicación cerrada del trabajo a realizar, el alumnado se parece más a un técnico de laboratorio que a una investigadora o investigador porque ni decide la pregunta de investigación, ni diseña la metodología y, por supuesto, no toma decisiones a lo largo del proceso.

Autores como Chinn o Malhotra de la Universidad de New Jersey o M<sup>a</sup> Pilar Jiménez-Aleixandre, de la Universidad de Santiago de Compostela han publicado trabajos y comunicaciones sobre los aspectos que asemejan o diferencian los proyectos de investigación de aula a la investigación científica real.

Algunos aspectos de la indagación (*inquiry*) que aproximan los proyectos de investigación en la escuela a la ciencia aparecen en el cuadro siguiente:

- El alumnado es el que decide la pregunta que va a investigar.
- El alumnado estudia otras fuentes relativas al problema que quiere estudiar (informes, artículos, etc.).
- El alumnado diseña la metodología de investigación, guiados por el o la docente.
- El alumnado realiza las investigaciones, observa, toma datos y los transforma en datos estadísticos o gráficos, supervisados por el o la docente.
- El alumnado explica los resultados y formula conclusiones y teorías.
- El alumnado comunica los resultados a la comunidad (escolar o, en ocasiones si los resultados son de impacto por alguna cuestión, a la comunidad en general).

Queda claro, con estas premisas, la diferencia de un proyecto de investigación del alumnado de una práctica, por ejemplo la detección de almidón, de glúcidos reductores o la determinación puntual del pH en una determinada muestra. En resumen, en los proyectos la experiencia de aprendizaje es vivida por el alumnado como algo propio y no como algo impuesto por el profesorado.

Desde el punto de vista práctico hay que indicar que esta metodología es compatible con el desarrollo del currículo. Muchas veces una resistencia a la innovación es decir que hay programas que cumplir. Esto, en las diferentes ocasiones que ya hemos llevado al aula los proyectos, no ha sido un problema. No solo no se ha podido desarrollar el programa sino, como veremos, ha permitido desarrollarlo de forma más completa, al trabajar la totalidad de competencias básicas.

A continuación se detalla cómo se introducen los proyectos a lo largo de un curso escolar, sea en la ESO o Bachillerato:

- Primer trimestre: el profesor introduce al alumnado en el trabajo experimental.

Se describe el método experimental con aplicaciones repetidas, sobre el papel, con casos propuestos y en los que se identificaron variables dependientes, independientes y posibles variables extrañas. Se aclaran de

algunos conceptos estadísticos y se recuerda la representación gráfica. Se puede decir que es una fase de entrenamiento dirigido totalmente por el o la docente.

- Segundo trimestre: el alumnado plantea cuestiones científicas y formula, con el profesor, su proyecto de investigación.

El alumnado, primero individualmente y luego en grupo, realizó proyectos de investigación sencillos en base a preguntas planteadas por el profesor, del tipo ¿influye la fase de la luna en los partos humanos? o ¿cómo afecta el café a la presión arterial? Después de este entrenamiento, en una segunda fase, los grupos de investigación proponen su propia cuestión científica a investigar, emiten sus hipótesis y redactan su proyecto de investigación. El proyecto tiene que contar con objetivos, descripción detallada de materiales y métodos y presupuesto (asumido por el instituto). El profesor intercambia ideas, siempre a través de correo electrónico, para ir mejorando el proyecto hasta considerarlo correcto y viable para comenzar la investigación.

- Tercer trimestre: El alumnado desarrolla sus proyectos de investigación y comunica sus resultados.

Los diferentes suelen tardar una media de seis semanas en realizar las experiencias, utilizando metodologías específicas.

Todos los grupos, como corresponde a todo proceso de investigación, comunican sus resultados a la comunidad escolar de tres maneras:

- Memoria de investigación en papel: obligatoriamente incluye título en castellano e inglés, resumen y palabras clave, materiales y métodos, resultados y conclusión.
- Panel en el "Congreso de Ciencias". Exponen en los pasillos los resultados en póster, con el formato habitual en congresos de ciencias.

- Ponencia: delante del grupo clase, durante 10 minutos y con un máximo de 5 diapositivas de Power-Point, exponen su trabajo y resultados. Al terminar, el grupo abre un debate, aceptándose críticas fundamentadas y defensa razonada, siempre en un contexto de respeto y convivencia.

Los espacios y tiempos no son homogéneos. De media se utilizan unos diez minutos de los cincuenta de una sesión de clase. Son necesarios para acercarse a las prácticas científicas, recordar aspectos matemáticos, mostrar cómo se redacta el proyecto o la memoria, etc. Luego, la mayoría de consultas con el o la docente son de cada grupo y, por tanto, se realizan en tiempos fuera de la clase. Los espacios, dependiendo del tema a investigar, son variables, desde el laboratorio escolar, al aula de clase o los domicilios del alumnado.

En cuanto a la evaluación indicar que el trabajo experimental supone un 25% de la calificación y se reparte así: 1 punto corresponde a la memoria de investigación entregada, 0,75 puntos al panel presentado en el congreso de ciencias y 0,75 puntos a la ponencia delante del grupo.

Al final de este capítulo se reproduce uno de los trabajos realizados por el alumnado tal y como se presentó al profesor.

## 2. REFLEXIÓN FINAL

Retomando el título del capítulo, parece claro que la introducción de la investigación en el día a día de las clases de ciencias de ESO y Bachillerato permite que trabajemos más y mejor, la consecución de las ocho competencias básicas y, de manera específica, las competencias científicas, entre ellas la argumentación. Trabajar con proyectos, paralelamente al desarrollo de las distintas unidades didácticas, es posible, viable y es muy agradecido por el alumnado.

En el cuadro siguiente se indican algunas de las unidades de competencia que se trabajan cuando el alumnado se convierte en investigador:

COMPETENCIA	EJEMPLOS
Comunicación lingüística	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lectura comprensiva de textos científicos</li> <li>- Cuidado de la ortografía y la escritura</li> <li>- Uso de argumentación escrita y oral en la investigación</li> <li>- Defensa oral de ideas propias</li> </ul>
Matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de datos estadísticos y representación gráfica para llegar a las conclusiones.</li> </ul>
Conocimiento e interacción con el mundo físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formular cuestiones científicas</li> <li>- Emitir y contrastar hipótesis</li> <li>- Usar pruebas empíricas y teóricas</li> <li>- Proponer modelos explicativos</li> <li>- Razonar</li> </ul>
Tratamiento de la información y competencia digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de correo electrónico y buscadores</li> <li>- Uso de procesador de texto, Power-Point y equipos informáticos</li> <li>- Uso de fuentes de información diversas</li> </ul>
Social y ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saber escuchar y defender con respeto los propios argumentos</li> <li>- Valorar la importancia de los científicos y científicas en la sociedad</li> </ul>
Cultural y artística	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación adecuada y atractiva de los trabajos dirigidos a la comunidad escolar</li> </ul>
Aprender a aprender	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despertar inquietud y motivación por seguir aprendiendo, valorando la propia capacidad en la búsqueda del conocimiento</li> </ul>
Autonomía e iniciativa personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer errores en el proceso de investigación y buscar soluciones</li> </ul>

## ANEXO

Para completar la aproximación a los proyectos de investigación del alumnado ponemos a disposición de los lectores y lectoras uno de ellos, pensado y desarrollado por alumnado de 4º de ESO de un programa de diversificación curricular y que recibió un *premio Luis Freire de Investigación Científica para Escolares de La Casa de las Ciencias* de A Coruña. Publicamos la memoria de investigación original presentada por el grupo.

### ¿QUÉ SUSTANCIAS PODEMOS UTILIZAR PARA REPELER A LAS HORMIGAS?

Cotado Jares, Jorge; Granja Corzo, Jessica; Macias Anta, Roberto; Rodríguez Diez, Guillermo; Rodríguez Yáñez, Estefanía

4º de ESO A. Instituto de Educación Secundaria Carlos Casares. Viana do Bolo (Ourense)

### INTRODUCCIÓN

Las hormigas a veces causan muchos problemas en nuestras casas tanto en la misma casa como en los campos de cultivo. Pero también son animales, y quizás, sea mejor buscar sistemas para ahuyentarlas y no matarlas. Además de permitir que vivan, no usaremos insecticidas perjudiciales para el medio.

El tener que trabajar sobre ellas, sobre su tipo de vida y cuidarlas en clase, nos ha acercado a un mundo apasionante y así se reforzó más nuestra intención de no matarlas. Intentamos buscar alternativas ecológicas.

## **OBJETIVO**

Investigar que sustancias podemos utilizar para ahuyentar a las hormigas sin matarlas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Construyendo una casa para las hormigas: el terrario**

El primer problema que tuvimos que solucionar es que necesitábamos hormigas de forma permanente para ir haciendo los experimentos, y tener un número de ellas suficiente. Para ello nos pusimos a buscar información de cómo construir un terrario y como mantener en nuestra aula de 4º A, una colonia de hormigas.

En una cristalería de Viana do Bolo compramos las piezas y construimos el terrario. Está fabricado en cristal con una tapadera de metacrilato. Las piezas que han hecho falta son dos piezas de 40x40 cm y 4 piezas de 40x20 cm.