

# APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y COMPETENCIA CIENTÍFICA. EXPERIENCIAS Y PROPUESTAS PARA EL MÉTODO DE ESTUDIOS DE CASO

Jordi Domènech-Casal

*Grupo LIEC, Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals, Universitat de Barcelona.  
Institut Marta Estrada (Granollers, Barcelona).*

**RESUMEN:** El método del estudio de casos es un tipo concreto de aprendizaje basado en proyectos que incorpora procedimientos de indagación y puede ser de utilidad para el desarrollo de las dimensiones conceptual, procedimental y epistémica de la competencia científica. Se presenta una experiencia inicial de desarrollo de actividades de Estudio de Caso para la Enseñanza Secundaria Obligatoria y se discuten vías y herramientas para este tipo de metodología junto con datos preliminares de su aplicación.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje Basado en Proyectos, Estudios de Caso, Competencia Científica

**OBJETIVOS:**

1. Discutir los Estudios de Caso como metodología para el desarrollo de la Competencia Científica.
2. Elaborar y testar un marco didáctico para la construcción de actividades de Estudios de Caso.

## MARCO TEÓRICO

### **Indagación y competencia científica**

La OCDE (2013) estructura la Competencia Científica en tres dimensiones que suponen un marco operativo para la evaluación y el diseño de actividades (Garrido y Simarro, 2015): conceptual, procedimental y epistémica. La dimensión conceptual comprende el dominio de conceptos y modelos científicos y su aplicación a contextos reales. La dimensión procedimental incluye las prácticas y habilidades de razonamiento científico en que se basa la investigación empírica. La dimensión epistémica trata el marco lógico y social en que se desarrollan las preguntas y teorías y la naturaleza de la ciencia.

Si bien dentro del término “Indagación” habitan diferentes variantes de esta aproximación didáctica (Simarro, Couso y Pintó, 2013), ésta suele identificarse con la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). La ECBI propone como metodología la reproducción del proceso científico por parte del alumnado para la construcción de los modelos que constituyen el conocimiento científico (Caamaño, 2012; Llewellyn, 2005). El potencial didáctico de esta aproximación para el desarrollo de la Competencia Científica ha hecho que la ECBI se haya promovido desde distintas instituciones internacionales (Rocard *et al*, 2007), pero varios autores describen que esas expectativas no se han cum-

plido del todo (Hattie, 2009; Viennot, 2011; Couso, 2014, 2015) por la dificultad de que los alumnos construyan modelos científicos complejos a un nivel y complejidad suficiente como para formar un marco global y la falta de eventos de modelización y argumentación en las secuencias.

#### Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología educativa que parte de la necesidad filosófica de un propósito en los procesos de enseñanza-aprendizaje, lo que Kilpatrick (1918) llama "Purposeful act". Las formulaciones actuales del Aprendizaje Basado en Proyectos (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015) identifican el propósito con la existencia de un objetivo externo (p.e.: construir un barco) que se usa como contexto para instrumentalizar el aprendizaje de modelos y procedimientos científicos (Flotabilidad, etc.) dando lugar a escenarios en los que el alumnado se autogestiona y planifica en distintos grados (actividades abiertas, estructuradas y cerradas) (Grau, 2009; Chiva y Martí, 2016). Los Estudios de Caso son un tipo concreto de ABP que reúne también algunas características de la ECBI. En ella, se propone al alumnado una situación inicial contextualizada (real o verosímil) con pruebas a interpretar que incluyen un problema a resolver (Wasserman, 1999) mediante el uso instrumental de modelos teóricos y dinámicas de discusión y argumentación. Varios autores defienden su aplicación para un desarrollo más profundo de conocimientos y procedimientos (Herreid, 1994; Hudson y Buckley, 2004). Un tipo particular de los Estudios de caso es el "Método de Caso Dirigido" (Cliff y Wright, 1996; Cliff y Nesbit-Curtin, 2000), en que después de proponer el caso inicial, se proporcionan al alumnado nuevas pruebas de forma progresiva (Glew, 2003; Herreid, 2003), emulando la forma en que la Ciencia aborda los problemas, mientras los alumnos reciben clases teóricas sobre los modelos científicos implicados para que los alumnos establezcan conexiones con el problema a resolver. De ese modo, los Estudios de Caso son actividades en que se instrumentalizan modelos que no es necesario construir, mediante dinámicas investigativas.

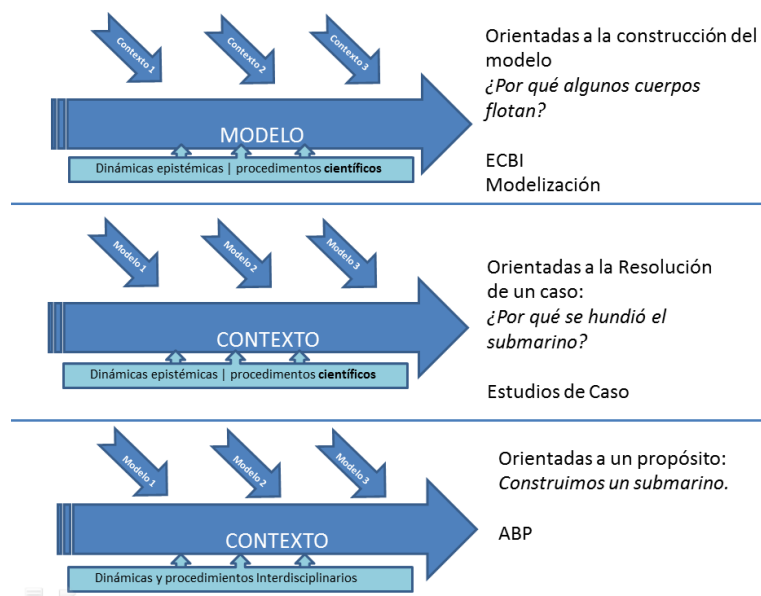


Fig. 1. Representación tentativa del papel de los modelos científicos y el contexto en la construcción de las secuencias de enseñanza ECBI, ABP y Estudios de Caso.

## METODOLOGÍA

### Creación, recogida de datos y análisis de actividades

Hemos elaborado cuatro secuencias didácticas adaptando la propuesta de los Estudios de Caso para el desarrollo de la Competencia Científica, que comparten las orientaciones (ampliadas de Ruiz y Domènech-Casal, 2017). Las cuatro secuencias han sido aplicadas a lo largo de 4 cursos académicos (2012-2016) en 1º y 4º de ESO (11 y 15 años) en tres institutos de secundaria distintos (Institut Marta Mata, de Montornès del Vallès, Institut de Vilanova del Vallès e Institut Marta Estrada, de Granollers) con un total de 200 alumnos. En cada proyecto se han recogido productos parciales y finales y distintas encuestas relativas a cada proyecto para analizar las aportaciones a las dimensiones conceptual, procedimental y epistémica, como se describe en anteriores publicaciones (Domènech-Casal, 2014, 2016a, 2016b).

## RESULTADOS

Las cuatro secuencias didácticas resultantes parten de situaciones verosímiles y pruebas generadas *ad hoc* (Fig. 2.), y en todas ellas se han podido desarrollar de forma coherente con la situación propuesta aportaciones a las tres dimensiones, identificadas mediante la construcción de una roseta de análisis (Fig. 3). En el proyecto *Drug Research* (Domènech-Casal, 2016a, 4º ESO, <https://sites.google.com/a/xtec.cat/drugresearch/>) los alumnos investigan la eficacia de distintos medicamentos antitumorales partiendo del análisis de biopsias antes y después de tratamientos a distintas dosis y duraciones, con el objetivo de publicar sus resultados en una revista científica. En *Hunting for a Gene* (Domènech-Casal, 2016b, 4º ESO, <https://sites.google.com/site/huntingforagene/>) los alumnos parten de análisis de niveles de expresión de distintos genes en cerebros de pacientes con distintas idiopatías en relación a la neurodegeneración. Los alumnos usan herramientas informáticas para proponer genes candidatos y confirmar/descartar sus hipótesis en el marco de un seminario de laboratorio. En *Exos* (Ruiz, Llorente y Domènech-Casal, en evaluación, 1º ESO, <https://sites.google.com/site/huntingexos/>) los alumnos parten de distintos datos (tránsitos planetarios, espectrometrías, ...) y el trabajo con un simulador para investigar el tamaño, período, composición y temperatura de distintos Exoplanetas, que representan y comunican en formato de artículo periodístico. En *Chasing after Caminalcules* (Domènech-Casal, 2014, 4º ESO, <https://sites.google.com/a/xtec.cat/caminalcules/>), los alumnos parten de imágenes y antigüedad de distintos fósiles desconocidos para ofrecer una explicación evolutiva en base a aspectos morfológicos, fisiológicos y ecológicos, que presentan como póster científico en un Congreso Científico Escolar.

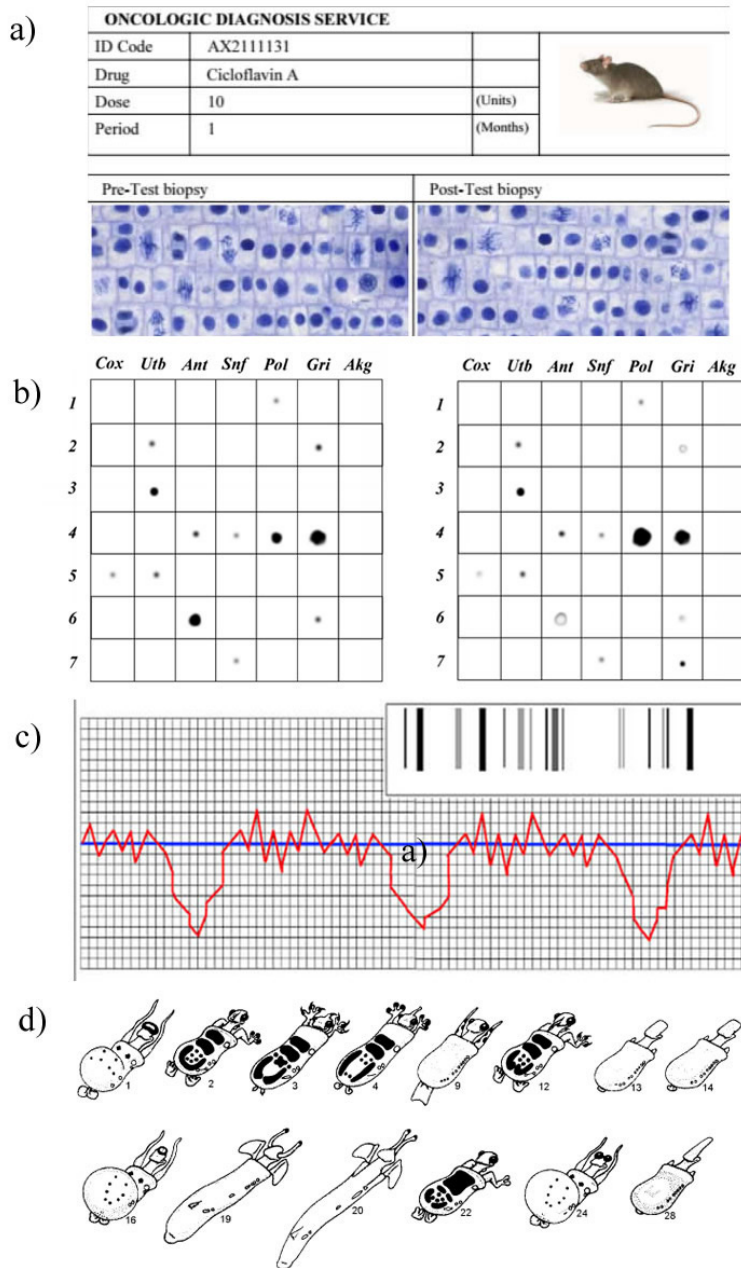


Fig. 2.-Ejemplos de pruebas iniciales de las cuatro secuencias propuestas a) *Drug Research*, b) *Hunting for a Gene*, c) *Exos*, d) *Chasing after Caminalcules*.

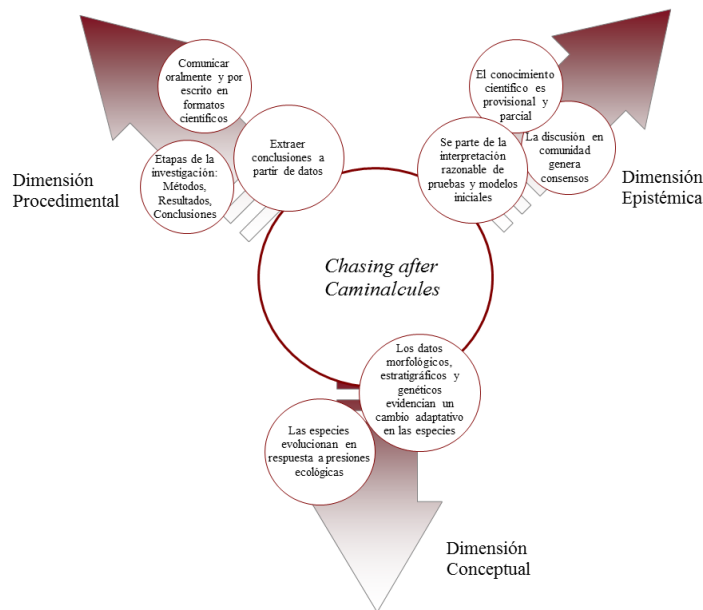


Fig. 3. Ejemplo de valoración de las aportaciones a las dimensiones de la competencia científica de la actividad “Chasing After Caminalcules”.

En el conjunto de productos parciales y las discusiones de aula apreciamos que las actividades propuestas promueven el desarrollo del léxico y habilidades de razonamiento científico. Además, en distintas encuestas realizadas en tres de los proyectos, el alumnado apoya la utilidad de las secuencias para el desarrollo de las tres dimensiones de la Competencia Científica (Tabla 1).

Tabla 1.  
Selección de indicadores de las encuestas realizadas (aquéllos con símbolos + o - indican cambios antes y después de aplicar la secuencia).

<i>Experiencia</i>	<i>Dimensión (Epistémica, Procedimental, Conceptual) y sentencia</i>	<i>Apoyo</i>
<i>Caminalcules.</i> Evaluado: apoyo a sentencias al final de la secuencia. (Domènech-Casal, 2014)	E. La actividad ha cambiado las ideas que tenía sobre el trabajo de los científicos	85 %
	P. La actividad ha hecho que desarrolle habilidades investigadoras	85 %
	C. Mi idea de lo que es la evolución biológica ha cambiado con la actividad	64 %
<i>Hunting for a Gene.</i> Evaluado: cambio en el apoyo entre el principio y el final de la secuencia (Domènech-Casal, 2016d)	E. Las decisiones que toman los científicos incluyen sólo criterios científicos	- 40 %
	P. Es necesario desarrollar habilidades de razonamiento para investigar	+ 25 %
	C. Los genes de ratón aportan información relevante para la genética humana	+ 50 %
<i>Drug Research</i> Evaluado: cambio en el apoyo entre el principio y el final de la secuencia (Domènech-Casal, 2016a)	E. El conocimiento científico es absolutamente seguro	- 20 %
	P. Ser buen científico implica comunicar bien	+ 18 %
	C. La mitosis y la regeneración son siempre procesos buenos para el cuerpo	- 40 %

## CONCLUSIONES

Consideramos que la propuesta marco elaborada para el trabajo con Estudios de Caso es una herramienta útil para el desarrollo de las tres dimensiones de la Competencia Científica. En el desarrollo de las actividades, los datos presentados en este y anteriores artículos (Domènech-Casal, 2014, 2016a, 2016b), indican que es importante incorporar las pruebas de forma paulatina (nuevas pruebas cambian las interpretaciones) y que las pruebas permitan distintas interpretaciones (serendípias), siempre parciales, que garanticen un cierto grado de incertidumbre. Preguntar al alumnado “¿Cuán seguros están de sus conclusiones y por qué?” es un modo eficaz de iniciar una útil reflexión con componentes epistémicas y de meta-aprendizaje. El uso de andamios lingüísticos se ha revelado esencial para el desarrollo de procesos de razonamiento científico.

En el proceso de desarrollo de las propuestas, hemos establecido unos pasos que serán de utilidad al profesorado que quiera generar propuestas didácticas de Estudio de Caso:

1. Establecer el conflicto y las pruebas: ¿Cuál será el punto de partida? ¿Qué deben interpretar/resolver los alumnos?
2. Secuenciar las etapas, productos parciales y dinámicas sociales de creación del conocimiento.
3. Identificar los modelos científicos y crear los andamios didácticos y apoyos para cada etapa.
4. Revisar con una roseta de dimensiones (Fig. 3) si se están desarrollando las tres dimensiones conceptual, procedimental y epistémica.

## AGRADECIMIENTOS

Reflexiones incluidas en este artículo se enmarcan en la investigación metodológica del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P). La secuencia Exos es el desarrollo de una idea original co-creada en el encuentro #betacamp por el nodo de profesorado #TauronsIndagadors <http://www.betacamp.cat/taurons-indagadors/>

## REFERENCIAS

- CAAMAÑO, A. (2012) ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 83-91.
- CHIVA, O., MARTÍ, M. (2016). *Métodos pedagógicos activos y globalizadores. Conceptualización y propuestas de aplicación*. Barcelona, Graó.
- CLIFF, W. H., WRIGHT, A. W. (1996) Directed case study method for teaching human anatomy and physiology. *Advances in Physiology Education*, 15, 19-28.
- CLIFF, W. H., NESBITT-CURTIN, L. (2000). The directed case method. *Journal of College Science Teaching*, 30(1), 64-66.
- COUSO, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Huelva (Andalucía). [[http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO\\_DCE-Conferencia-PlenariaInaugural.pdf](http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-Conferencia-PlenariaInaugural.pdf)]
- (2015). La clau de tot plegat: la importància de “què” ensenyar a l’aula de ciències. *Revista Ciències*, 29, 29-36.

- DOMÈNECH-CASAL, J. (2014). Una secuencia didáctica en contexto sobre evolución, taxonomía y estratigrafía basada en la indagación y la comunicación científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 78, 51-59. .
- (2016a). “Drug Research”: una secuencia contextualizada de indagación sobre mitosis, cáncer y creación del conocimiento científico. *Investigación en la escuela*, 88, 1-19.
- (2016b). Gene Hunting: una secuencia contextualizada de indagación alrededor de la expresión génica, la investigación in silico y la ética en la comunicación biomédica. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 342-358.
- (2016c). Diseño y caracterización de un Proyecto de Indagación alrededor de la Evolución Humana y la Paleontología. *Investigación en la escuela*, 90, 49-71.
- GARRIDO, A., SIMARRO, C. (2014). El nou marc d'avaluació de la competència científica PISA 2015: Revisió i reflexions didàctiques. *Revista Ciències*, 28, 21-26.
- GLEW, R. H. (2003). The problem with problem-based medical school education: Promises not kept. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 31, 52-56.
- GRAU, R. (2009). *Altres formes de fer ciència. Alternatives a l'aula de secundària*. Rosa Sensat, Barcelona.
- HATTIE, J. (2009). *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-Analyses relating to achievement*. Routledge: New York.
- HERREID, C. F. (1994). Case studies in science: A novel method for science education. *Journal of College Science Teaching*, 23 (4), 221-229.
- (2003). The death of problem-based learning? *Journal of College Science Teaching*, 32 (6), 364-66.
- HUDSON, J. N., BUCKLEY, P. (2004). An evaluation of case-based teaching: Evidence for continuing benefit and realization of aims. *Advances in Physiological Education*, 28, 15-22.
- KILPATRICK, W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers college, Columbia University.
- LARMER, J., MERGENDOLLER, J., BOSS, S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD, Alexandria.
- LLEWELLYN, D. (2005). *Teaching High School Science through Inquiry: A case study approach*. Corwin Press & NSTA press.
- OCDE (2013). *PISA 2015. Draft Science Framework*. [[http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework .pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft_PISA_2015_Science_Framework.pdf)] Consultado 15/03/2015.
- ROCARD, Y., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H., HEMMO, V. (2007). *Science Education Now*. Report EU22-845, EU, Brussels:
- RUIZ, N., DOMÈNECH-CASAL, J. (2017). Mission to stars: un proyecto de Ciencia y Tecnología alrededor de la astronomía, las misiones espaciales y la investigación científica. Aplicación y evaluación. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (1), 98–114.
- RUIZ, N., LLORENTE, I., DOMÈNECH-CASAL, J. (en evaluación). Indagación, Exoplanetas y Competencia Científica. Una actividad ABP de Estudio de Casos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, en evaluación.
- SIMARRO, C., COUSO, D., PINTÓ, R. (2013). Indagació basada en la modelització: un marc per al treball pràctic. *Revista Ciències*, 25, 35-43.
- VIENNOT, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportaran múltiples beneficis en l'aprenentatge? *Revista Ciències*, 18, 22-36.
- WASSERMAN, S. (1999). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Amorroutu Editores: Buenos Aires.

