

# Diseño de Propuestas Interdisciplinarias en Ciencias Experimentales

CETP - Edición 2018

## Módulo 3: Aprendizaje basado en Proyectos de Iniciación a la Investigación

### Introducción:

En el campo de la enseñanza de las ciencias, esta metodología conecta con líneas de investigación como las de “Ciencia-Tecnología-Sociedad”, “Ciencia en contexto”, “Temas socio-científicos (SSI)”, “Educación ambiental” (y en general, en relación a las llamadas temáticas transversales), “Aprendizaje por indagación”, “Aprendizaje basado en la modelización”, “Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemática (STEM)”, entre otras, marcos en los que también confluyen distintas concepciones y prácticas. (Sanmartí y Márquez, 2017)

### ¿Qué es un Proyecto de Iniciación a la Investigación?

Los Proyectos de Iniciación o Introducción a la Investigación (PII) corresponden a una estrategia de enseñanza que abarca la comprensión de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales; a través del planteamiento de una situación problema que el estudiante realiza, de acuerdo a su motivación e intereses, la cual surge del contexto o comunidad en la que vive, considera las ideas previas e implica un proceso de resolución próximo a la investigación científica, que se dilucida a través del desempeño de trabajo en equipos, fomentando el aprendizaje colaborativo y atendiendo a diferentes estilos cognitivos; teniendo el docente un rol de guía, promoviendo en el transcurso del año la aplicación de diversas técnicas, utilizando los contenidos del programa, lo cual permite preparar a los jóvenes para que puedan desarrollar su proyecto, de manera autónoma, posibilitando la autoevaluación y metacognición de los estudiantes. (Imbert, 2010)

### ¿Realizan investigación científica realmente los estudiantes?

No. Los estudiantes no estarán haciendo ciencia "real" como en el caso de los científicos, sino **ciencia "escolar"**. En el caso de los científicos generan nuevos conocimientos, mientras que en el aula los estudiantes recorren un camino ideado por el docente con el objetivo de construir los conceptos que la comunidad científica ya ha validado de antemano (Furman y Podestá, 2009, p. 53).

### Aprendizaje basado en investigación (o indagación) como estrategia metodológica

El instituto Tecnológico de Monterrey en su sitio de Investigación e Innovación Educativa, define al aprendizaje basado en investigación (ABI) como “la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que tienen como propósito conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos, bajo la supervisión del profesor” (ITESM, 2010).

Según Healey y Jenkins (como se citó en ITESEM, 2010), los siguientes modelos son formas en las que la investigación puede introducirse en la enseñanza:



Ilustración 1 - Formas de introducir la investigación en la enseñanza

Este modelo presenta dos ejes, el primer eje clasifica la forma como los estudiantes son comprometidos con la investigación e indagación según sean tratados como audiencia o como participantes, mientras el segundo eje clasifica el enfoque según el énfasis se realice sobre los contenidos de la investigación o sobre los procesos de investigación y problemas.

Cualquiera de las cuatro modalidades son válidas y valiosas, y deberían estar presentes en el currículum de las Ciencias. Dada la complejidad que representa el trabajo con la modalidad en donde los estudiantes son participantes y el énfasis se hace sobre los procesos de investigación y problemas, se puede ir trabajando gradualmente con las otras modalidades a lo largo de la educación en Ciencias.

### Etapas PII:

Al igual que las situaciones problemáticas experimentables (SPE), los PII presentan las siguientes etapas: Las situaciones problemáticas experimentables (SPE) presentan cuatro etapas para implementarse como se pueden visualizar en el siguiente recurso.

1. *Etapa preactiva.*
2. *Etapa activa.*
3. *Etapa postactiva.*
4. *Etapa de devolución o de retroalimentación.* (Soubirón, 2005)

[Enlace al recurso digital.](#)

El siguiente [video](#) resume las etapas que realizan los estudiantes.

### Competencia científica

[Enlace al recurso digital.](#)

### Metodología de proyectos como marco para un aprendizaje competencial:

Aspectos más relevantes del aprendizaje basado en proyectos:

- a) Se parte del estudio de alguna situación o problema contextualizado.
- b) Se “investiga” para dar respuesta a preguntas, dudas o retos, iniciales o que van surgiendo a lo largo de la realización del proyecto.
- c) Se aprenden, a partir del contexto y en respuesta a preguntas, conocimientos clave y transferibles a la interpretación y actuación en otros contextos.
- d) Se incluyen contenidos y evaluaciones auténticas, con objetivos didácticos específicos.

e) Se da a los alumnos la oportunidad de trabajar relativamente autónomamente por períodos de tiempo extensos.

f) El profesor facilita pero no dirige.

g) Se trabaja en grupos heterogéneos, y se promueve el aprendizaje cooperativo y la reflexión.

h) Se utilizan herramientas para aprender de manera interactiva, promoviendo el uso de tecnologías digitales (cognitivas).

i) Se finaliza con alguna acción en el entorno que planifican los propios estudiantes. (Sanmartí y Márquez, 2017).

En estos pasos anteriormente descritos se trabajan varias de las dimensiones de la competencia científica.

### Contexto, ¿cómo se selecciona?

Cuando se habla de **contexto** se refiere al escenario que se escoge para generar en el alumnado la necesidad de entender alguno de los fenómenos que pasan o han pasado en el mundo. Su comprensión, a través de la construcción y uso de unas ideas científicas y sobre la ciencia, debería capacitar a los aprendices para actuar en el marco de una comunidad de práctica.

La **selección del contexto** acostumbra a ser muy diferente en primaria y secundaria. En general, en **primaria se considera que el tema lo han de escoger los alumnos**, mientras que en **secundaria lo seleccionan los profesores en función del conocimiento científico que se quiere ayudar a construir**.

En un estudio realizado (Garriga, Pigrau y Sanmartí, 2012)

se comprobó, en buena parte de los casos analizados, que la forma clásica de escoger temas o contextos en primaria no promueve que el alumnado se plantee preguntas que generen un aprendizaje de ideas científicas significativas, ni un proceso de construcción de dichas ideas que se fundamente en la indagación. Como ya hace años escribía Cousinet (1967), no debe confundirse la **curiosidad** que es algo que se satisface rápidamente, con el **interés**, que se mantiene en el tiempo y se relaciona con lo que hoy llamamos *indagar*. En ese estudio también se comprobó que las “*buenas preguntas*” se generan a lo largo de un proyecto, cuando los alumnos observan fenómenos o manipulan objetos, y no al inicio, que acostumbran a ser mucho más estereotipadas y orientadas a buscar información.

En general hay una cierta tensión entre el contexto escogido y las ideas científicas que el profesorado pretende que los estudiantes aprendan. Esta tensión se suele resolver favoreciendo o las ideas del modelo teórico o las del contexto.

- **Contexto como pretexto**

En el primer caso, se trabajan el máximo de **ideas del modelo** aunque no todas ellas sean necesarias para resolver, comprender o actuar en relación a la situación en la que se contextualiza el aprendizaje. En consecuencia, muchas veces el **contexto se convierte en el pretexto** para enseñar los conocimientos de manera similar a un currículo tradicional (Kortland, 2007; Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015).

- **Expertos de información**

En el segundo caso, sólo se plantea el aprendizaje de aquello que se necesita para resolver, comprender o actuar en relación a la situación en la que se contextualiza el aprendizaje. Generalmente, el objetivo no es tanto construir ideas clave o modelizar, sino instrumentalizar o aplicar conocimientos ya aprendidos y profundizar en competencias más transversales. En este caso, puede suceder que el **problema a resolver se centre excesivamente en el del contexto y que los alumnos acaban siendo “expertos”** conocedores de informaciones acerca de él, pero que no aprendan un conocimiento que puedan aplicar para argumentar en relación a otros problemas similares, es decir, **no se promueve que los nuevos aprendizajes sean transferibles** (Sanmartí, Burgos y Nuño, 2011). Por ejemplo, los estudiantes pueden estar muy bien informados sobre la vida del Dragón de Komodo y conocer que es una especie vulnerable pero si no han



Ilustración 2 - Resumen de metodología de proyectos como marco para un aprendizaje competencial

modelizado qué necesita un ser vivo para sobrevivir en un medio, no podrán utilizar lo aprendido a argumentar sobre otras especies en peligro de extinción, y sobre cómo ser críticos con las informaciones que se encuentran.

- **Punto intermedio**

Posiblemente el futuro pasará por la **combinación de los dos tipos de propuestas**, la orientada a la **construcción del modelo teórico** y la **orientada a su instrumentalización**, a partir de combinar actividades que potencien las dos perspectivas (Domènech, 2017).

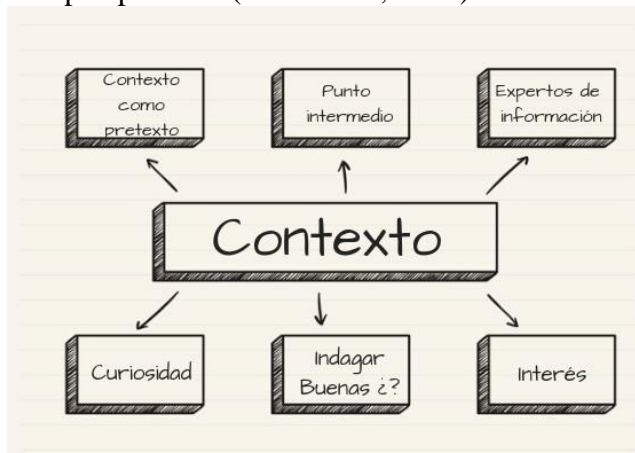


Ilustración 3 - Resumen sobre cómo seleccionar el contexto

### Construcción de conocimiento científico con sentido y transferible

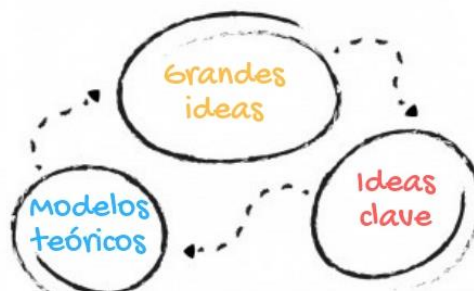
Ante una metodología por proyectos que requiere tiempo, es imprescindible elegir las **ideas científicas que se quieren que los alumnos vayan construyendo** por ellos mismos, interactuando con los compañeros y con los docentes a partir de actividades que les permitan expresar, evaluar-regular y usar sus ideas.

Los conocimientos a aprender habrán de ser **pocos pero claves** y generales, útiles para comprender y explicar muchos fenómenos de manera que sean **transferibles**, es decir, aplicables a la interpretación de muchos otros hechos y a la resolución de problemas no abordados específicamente en el marco del proyecto.

Se trata de diferenciar, en palabras de Lamo de Espinosa (2004) entre información, conocimiento y sabiduría. La **información** está actualmente al alcance de todos y sólo nos permite responder a qué es y cómo es (un ser vivo, un hecho...), pero para comprenderla y analizarla críticamente es necesario disponer de **conocimientos** que posibiliten generar argumentos para decidir qué se puede hacer. Y la **sabiduría** es la que nos posibilita plantearnos qué debo hacer (actuar), e implica interrelacionar conocimiento y valores.

¿Cuáles son esos conocimientos claves y útiles para comprender y explicar muchos fenómenos, o sea transferibles? Algunos autores los llaman **grandes ideas**, otros **ideas clave** o también **modelos teóricos**.

Conocimientos claves y útiles para explicar muchos fenómenos (transferibles):



Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Ilustración 4 - Conocimientos claves y útiles para explicar muchos fenómenos

El siguiente [video](#) amplía la información analizada.

### Grandes ideas de la Ciencia

El siguiente [recurso](#) incluye las 14 grandes ideas de la Ciencia según Harlen (2010).

### Ideas clave (Core Ideas)

El siguiente [recurso](#) incluye resume las ideas clave del nuevo currículum americano para Middle School (equivalente a Ciclo Básico).

## Preguntas investigables científicamente

Un contexto siempre es complejo y permite plantearse distintas preguntas. Cada una de ellas puede requerir profundizar en un modelo teórico diferente de la ciencia.

Hay una cierta confusión entre **preguntas investigables** (aquellas que requieren pruebas para ser contestadas) y **preguntas investigables científicamente** (aquellas que requieren relacionar las pruebas con una idea científica clave) (Couso, 2014).

Formular una pregunta investigable científicamente (PIC) requiere aplicar también conocimientos sobre cómo se genera la ciencia y, en concreto, sobre **qué es una variable** y la distinción entre las que varían y las que se controlan en un experimento, y sobre cómo diseñar **procesos para recoger datos**. Pero en la formulación de una PIC la demanda puede ser sólo descriptiva si se concreta en ¿cuáles?, ¿cuántos?, ¿cómo es la relación?, ¿de qué depende qué?, en referencia a dos a más factores o variables que se pueden observar, medir y controlar. En cambio, en el marco de la concepción de competencia científica definida anteriormente, la pregunta debería ir más allá y preguntarnos ¿cómo es que depende de?, y para poder responderla será necesario **construir ideas y modelos teóricos** que no se pueden inducir de los experimentos pero que son los que los guían y les dan sentido.

Por todo ello, en el proceso de búsqueda de respuestas a preguntas, la investigación no debería limitarse a buscar información en internet y resumirla, ya que en este caso sólo se primaría la reproducción de conocimientos de contenidos conceptuales de ciencia (ideas atomísticas, leyes) y no implicaría cambios de fondo respecto a una metodología de aprendizaje tradicional. Pero tampoco el objetivo de la investigación que se pueda llevar a cabo en el marco de un proyecto debería ser sólo aprender “destrezas indagativas” o contenidos procedimentales, especialmente si son de bajo perfil cognitivo y que comunican una imagen de ciencia simplista.

Paralelamente, que los estudiantes (y los profesores) planteen preguntas investigables depende en buena parte de **cómo se promueva el proceso de indagación en el aula** y de su relación con la construcción de conocimientos científicos significativos (Furman, Barreto y Sanmartí, 2013). En este sentido, plantear el trabajo en el marco de un aprendizaje basado en proyectos como una investigación es una gran oportunidad para trabajar de manera interdependiente los **conocimientos conceptuales, procedimentales y epistémicos necesarios para desarrollar la competencia científica**.

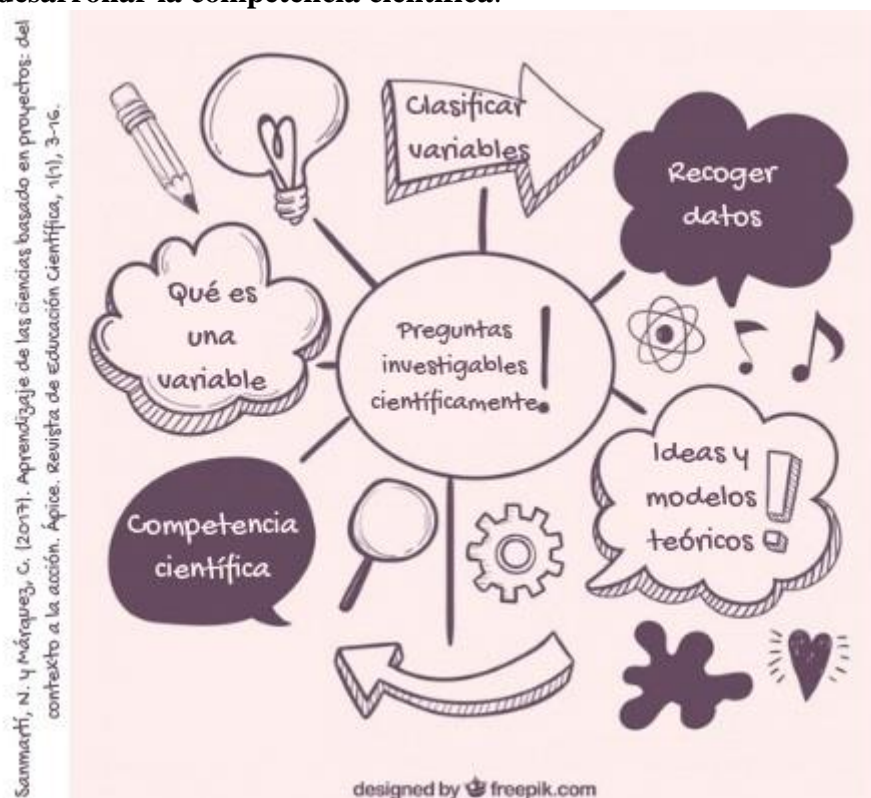


Ilustración 5 - Resumen preguntas investigables científicamente

El siguiente [video](#) amplía la información analizada.

## ¿Qué es una pregunta investigable?

[Enlace al recurso digital.](#)

## Pasos para formularla

El siguiente [vídeo](#) resume los pasos a seguir para plantearse una pregunta investigable.

Un ejemplo: [Enlace al recurso digital](#).

## ¿Cómo enseñar a los estudiantes a plantearse preguntas investigables?

[Enlace al recurso digital](#).

## Materiales de ampliación

El [siguiente enlace](#) lleva a un recurso que contiene numerosos ejemplos de actividades que puedes utilizarse en las clases para enseñar a los estudiantes a plantear preguntas investigables.

## Créditos

Recurso creado por Prof<sup>ra</sup> Anarella Gatto.

### Referencias bibliográficas:

- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Imbert, D. (2010). *La implementación de "Proyectos de Introducción a la Investigación" en un liceo exitoso de Montevideo* (tesis de maestría). Universidad Católica del Uruguay.
- Furman, M. y Podestá, M (2009). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: Aique Educación. Recuperado de: [http://educacion.udesa.edu.ar/ciencias/wp-content/uploads/2014/07/cap1\\_aique\\_furman\\_podesta.pdf](http://educacion.udesa.edu.ar/ciencias/wp-content/uploads/2014/07/cap1_aique_furman_podesta.pdf)
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2010). *Investigación e innovación educativa. Centro virtual de técnicas didácticas*. México. Recuperado de: [http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/abi/qes.htm](http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abi/qes.htm)
- Soubirón, E. (2005). *La aplicación de las Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE) como estrategia didáctica en el aprendizaje de la Química. Guía para el docente*. Proyecto año sabático. Recuperado de: <http://www.uruguayeduca.edu.uy/recursos-educativos/274>
- Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en Ciencias*. Recuperado de: <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Espaol%2020112.pdf>
- Gastelú, D., Gatto, A., Hirigoyen, A., López, R. y Pedreira, S. (2017). *Guía para trabajar con proyectos de investigación*. Portal Uruguay Educa. CC BY-SA 4.0. Recuperado de: <http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/course/view.php?id=1581&section=1>

### Imágenes:

- *Capítulo 1. Cuatro niños de colegio en sala de clases*. Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso comercial con atribución al autor.
- *Capítulo 2. Vista de abajo de cuatro niños de colegio*. Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso comercial con atribución al autor.
- *Capítulo 3. Investigando en laboratorio*. Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso comercial con atribución al autor.
- *Capítulo 4. La naturaleza de la indagación e investigación en pregrado*. (Healey y Jenkins, 2009): [Cronología plantilla infografía](#), Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso comercial con atribución al autor.
- *Capítulo 7. Gráfico garabateado en una libreta*. Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso comercial con atribución al autor.
- *Capítulo 8. Esquema a mano con estilo adorable*. Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso comercial con atribución al autor.

### Vídeos:

- [Camus Ediciones](#). (2018, mayo 10). Neus Sanmartí 02. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://youtu.be/2PxA74eCDyY>
- [Camus Ediciones](#). (2018, mayo 10). Neus Sanmartí 01. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://youtu.be/dxMgDmsuA24>