



Universitat
de les Illes Balears

Los trabajos prácticos de investigación y las competencias clave

EVA GONZÁLEZ MARÍ

Memoria del Trabajo de Fin de Máster

Máster Universitario en Formación del Profesorado
(Especialidad en Biología y Geología)

de la

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Curso Académico 2014-2015

Septiembre 2015

Firma del autor

Nombre Tutor del Trabajo: Joan Estades Castañer

Firma Tutor

Aceptado por el Director del Máster Universitario en Formación del Profesorado

Agradecimientos

A Joan Estades por su paciencia infinita y su gran saber hacer, que me han servido no solo para llevar a buen término este trabajo, sino para reconocer en su quehacer las competencias que debe poseer un buen profesor.

Resumen

La investigación y el desarrollo en la educación promueven la necesidad de utilizar metodologías cada vez más perfeccionadas. Éstas deben dotar al alumnado no solo de conocimientos conceptuales sino también de destrezas y actitudes. Éstas habilidades que los currículos las definen como competencias clave, son fundamentales para un aprendizaje funcional, en el que el alumnado, sea capaz de extrapolar lo aprendido en las aulas a su vida diaria. Para conseguir un aprendizaje significativo, en el caso de las ciencias, los trabajos prácticos de investigación disponen de unas características idóneas. Pero, para que esta metodología sea funcional necesita llevarse a cabo siguiendo un modelo efectivo. En este, se tienen que reconocer las etapas principales (planteamiento pregunta investigable, diseño experimento,...) y ciertas particularidades tales como el nivel de indagación o el nivel de dificultad. De esta manera el alumnado adquiere las competencias propias de las ciencias. En el presente proyecto se han propuesto instrumentos de evaluación de los trabajos prácticos de investigación para asegurar que la ejecución de los trabajos conlleva a la adquisición de las competencias clave propuestas. De manera que el profesorado disponga de herramientas para la retroalimentación y reflexión, en el perfeccionamiento de la implantación de este tipo de metodología.

Palabras clave: trabajos prácticos de investigación, competencias clave, ciencias, instrumentos de evaluación.

· ÍNDICE DE CONTENIDOS ·

1. Objetivos del trabajo.....	4
2. Justificación.....	5
3. Estado de la cuestión.	6
3.1. Diversificación de trabajos prácticos.....	7
3.2. Trabajos prácticos de investigación.....	8
3.2.1. Nivel de indagación.....	13
3.2.2. Nivel de dificultad.....	14
3.2.3. Otras consideraciones importantes.....	15
3.3. Las competencias en ciencias.....	17
3.3.1. Definición de las competencias clave.....	18
3.3.2. Relacion entre las competencias clave y las ciencias.....	27
4. Desarrollo de la propuesta.	29
4.1. Planteamiento pregunta investigable.....	30
4.2. Diseño del experimento.....	31
4.3. Recogida de datos.....	33
4.4. Planteamiento de explicaciones.....	34
4.5. Comprobación/evaluación de las explicaciones.....	35
4.6. Comunicación.....	37
4.7. Criterios de aplicación.....	39
5. Conclusiones.....	40
6. Referencias.....	42
7. Bibliografía.....	45
8. Anexos.....	46
Anexo 1. Carpeta del Profesor.....	46
Anexo 2. Dossier 1 del Alumnado.....	55
Anexo 3. Dossier 2 del Alumnado.....	60

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los trabajos prácticos de investigación (a partir de ahora denominados TPI) son una de las actividades imprescindibles para la enseñanza de materias de ciencias. Debido a que despiertan el interés de los alumnos, su creatividad, habilidades y destrezas además de facilitar la asimilación de conceptos teóricos. Es por ello que en el siguiente trabajo se van a analizar los TPI y su utilidad para adquirir competencias. Los objetivos principales del trabajo serán:

- 1. Definir y analizar las características de los trabajos prácticos de investigación.*
- 2. Describir las competencias clave y su interacción con las ciencias.*
- 3. Reconocer los puntos fuertes de cada etapa del TPI que favorecen un mayor desarrollo de las competencias clave en los alumnos.*
- 4. Establecer métodos de evaluación del desarrollo de cada etapa del TPI, para poder comprobar la adquisición de las competencias clave.*

2. JUSTIFICACIÓN

La educación científica no solo debe proporcionar a nuestros alumnos contenidos conceptuales, sino que debe propiciar que éstos adquieran habilidades y destrezas relacionadas con la actividad científica (Cordon, 2008), además de desarrollar competencias para la vida cotidiana vinculadas a la ciencia (salud, medio ambiente, tecnologías,...).

Una de las herramientas de las que disponemos son los trabajos prácticos de investigación, ampliamente conocidos y reconocidos como método para la enseñanza/aprendizaje de ciencias. Pero, aunque autores como Barberà y Valdés (1996) consideran estos trabajos esenciales para desarrollar actitudes y habilidades científicas, existe una amplia bibliografía que cuestiona su utilidad debido a un mal planteamiento a la hora de ponerlos en práctica (Osborne y Freyberg, 1991 y Ayuso et al., 1996).

Es por ello, que en este trabajo final de máster se pretende desarrollar una propuesta para poder evaluar el correcto uso de estos trabajos enfocado en el desarrollo de actitudes, conocimientos y/o destrezas relacionados con las competencias clave.

3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los trabajos prácticos son una herramienta de enseñanza/aprendizaje que se empieza a utilizar de manera más generalizada en las aulas a mediados del siglo XX. Esto es debido, principalmente a las teorías del aprendizaje que se desarrollan en el campo de la psicología en esa época.

La psicología educativa, pasa de una enseñanza basada en la transmisión/recepción (conductismo) a un afloramiento de teorías cognitivas que promueven el constructivismo y su aplicación en la enseñanza de las ciencias. En ellas, algunos autores como Vygotsky (1896-1934) se interesan por la importancia de la actividad instrumental en el proceso de enseñanza/aprendizaje, Ausubel (1983) en los conocimientos previos, o posteriormente algunos autores como Driver (1988) consideran que el alumno debe implicarse aportando sus conocimientos previos para construir significados en situaciones nuevas, para ello el conocimiento científico a partir de los trabajos prácticos es un buen método.

Surge así, un cambio en las aulas, en el que el profesor pasa de ser el actor principal al guía en el proceso de enseñanza/aprendizaje; y con ello, las actividades prácticas se convierten en una de sus herramientas estrella. De manera que ya no solo se “aprende ciencia” sino que también el alumno “hace ciencia” (Hodson, 1996). Estas actividades denominadas trabajos prácticos también aportan habilidades lingüísticas, intercambio de ideas, trabajo en equipo,... Todo ello, son competencias que adquiere el alumno al “hacer ciencia”.

A partir de aquí, el trabajo práctico se puede definir de forma generalista como toda aquella actividad de enseñanza en la que los alumnos son parte activa del proceso de enseñanza/aprendizaje (Hodson, 1994). Y dentro de estos trabajos prácticos en la bibliografía encontramos distintas clasificaciones según los diferentes objetivos que queramos alcanzar (Miguens y Garret, 1991; Caamaño, 2004; Sanmartí et al., 2002). En su estudio pormenorizado de los trabajos prácticos, Hodson (1994) reconoce cinco objetivos principales:

- Para motivar a los alumnos

- Para enseñar técnicas de laboratorio
- Para el aprendizaje de conocimientos científicos
- Para conocer y utilizar el método científico
- Para desarrollar “actitudes científicas”

Este trabajo se ha enfocado en el último de ellos; en la importancia de los trabajos prácticos de investigación para adquirir “actitudes científicas” y más concretamente, en adquirir las competencias clave definidas en el currículum de la educación secundaria obligatoria de las Islas Baleares.

3.1. Diversificación de trabajos prácticos.

Como se comenta en el apartado anterior, existen distintas clasificaciones de los trabajos prácticos según cuales sean sus objetivos. En particular, utilizaremos la clasificación que propone Caamaño (2004):

- *Experiencias*: son trabajos prácticos destinados a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Pueden ser el primer acercamiento al fenómeno científico por parte de los alumnos.
- *Experimentos ilustrativos*: están dirigidos a interpretar un fenómeno, ilustrar un principio o mostrar una relación entre variables. Suponen normalmente una aproximación cualitativa o semicuantitativa al fenómeno. Talesnick (1993) propone que deben ser sencillas de presentar y atractivas, ya que deben generar la curiosidad de los estudiantes y motivar el razonamiento “*hands on, mind on*”.
- *Ejercicios prácticos*: diseñados para aprender determinados procedimientos o destrezas o para realizar experimentos que ilustren o corroboren la teoría. Se pueden diferenciar:
 - *Para el aprendizaje de procedimientos o destrezas*: prácticas básicas (realización de medidas, tratamiento de datos,...), intelectuales (emisión de hipótesis, interpretación de datos,...), o de comunicación (realización de un informe de campo,...)
 - *Para ilustrar la teoría*: comprobación de leyes o relaciones entre variables ilustrativo o corroborativo de la teoría y con enfoque dirigido.

- *Investigaciones*: actividades que se utilizan para construir conocimiento, comprender los procesos de la ciencia y aprender a investigar. Para ello, dan la oportunidad a los alumnos de trabajar como lo hacen los científicos. Según el tipo de problemas que resolver, las investigaciones pueden ser:
 - *Para resolver problemas teóricos*: la investigación se centra en resolver un problema basado en una teoría a partir de una hipótesis o una predicción.
 - *Para resolver problemas prácticos*: la investigación se centra en resolver un problema de la vida cotidiana, en el que se pone énfasis en la comprensión procedimental de la ciencia. Aunque no están dirigidas a la obtención de conocimiento teórico, esto no significa que no conlleve un contenido conceptual.

3.2. Trabajos prácticos de investigación.

Posiblemente los trabajos prácticos de investigación sean los más completos en lo que a adquisición de actitudes y destrezas cognitivas se refiere. Ya que ayudan al desarrollo de la autonomía del alumno con un pensamiento crítico e independiente (Demir y Abel, 2010), y aportan un conocimiento más profundo de lo que significa ciencia (contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales) a partir de un aprendizaje significativo. El alumno, pasa del papel de oyente al de protagonista en el proceso de enseñanza/aprendizaje, él mismo comprueba fenómenos, construye conocimiento, aprende a investigar y/o aplica ciencia.

Pero, según una amplia bibliografía, los TPI, potencialmente disponen de unas características ideales para enseñar ciencia (Hernández-Millán et al.,2012; Caamaño, 2012; Del Carmen, 2000; entre otros) pero en la práctica no se desarrollan estas habilidades, conocimientos y/o actitudes. En la mayoría de los casos, los autores achacan este desfase a problemas en el diseño de los TPI (Gil, 1991; Hodson, 1994; Anderson, 2002; Garrido y Couso, 2013). Las posibles causas que provocan que los TPI no sean eficientes en el proceso de enseñanza/aprendizaje de ciencias pueden ser:

- No establecer correctamente los objetivos. A la hora de plantear cualquier actividad de enseñanza/aprendizaje, ya no solo un TPI, es necesario establecer unos objetivos didácticos. En el caso de los TPI, como ya comentamos anteriormente, éstos pueden ser varios (motivación del alumno, adquisición de habilidades,...). Uno de los principales problemas que encontramos es que el profesorado suele pretender adquirir varios objetivos en un solo TPI, lo cual provoca, que este trabajo no tenga una orientación clara y que los resultados no sean los deseados. Es por ello, que autores como Del Carmen (2000), proponen un número reducido de objetivos por TPI, para así asegurar que se alcanzan los objetivos propuestos.

- Los profesores en ocasiones, destinan demasiados esfuerzos a motivar al alumno con tareas prácticas (*hands on*) en detrimento de profundizar y organizar el contenido conceptual (*minds on*), y para ello realizan trabajos de investigación con un nivel de indagación muy bajo en el cual se promueve el desarrollo de destrezas manuales en detrimento del desarrollo de habilidades superiores tales como la formulación de hipótesis o el diseño de investigaciones (Díaz y Jiménez, 1999; Garrido y Couso, 2013; entre otros).

- La contextualización de contenidos científicos se encuentra en contextos académicos que no son cercanos a la vida del alumno (Martín, 2002), lo que implica que éste no encuentra utilidad a lo que le están enseñando y por tanto se desmotiva y no es capaz de extrapolar las competencias adquiridas a la vida cotidiana.

- Los profesores entienden el modelo de TPI como un trabajo práctico basado en el método científico que se utiliza en la investigación científica. Como algunos autores recomiendan, el método científico se debe adaptar a las aulas de secundaria. Para ello, Izquierdo y colaboradoras (1999) consideran importante *diferenciar entre hacer ciencia y enseñarla, entre el método de la ciencia y el que sirve para construir “ciencia escolar”*. Para esta ciencia escolar, es necesario crear un guión basado en el escenario del alumno (aula, laboratorio escolar, material,...) y en el que el profesor previamente introduce el marco teórico en el que van a trabajar.

En este trabajo final de máster, se va a describir y utilizar el modelo de TPI propuesto por Simarro y sus colaboradoras (2013), en el que se busca optimizar su implementación en el aula. En la figura 1. se muestran las fases del modelo divididas en: la parte conceptual (Mundo Ideas) y la parte procedimental (Mundo Observable). De esta manera se visualiza la conexión que debe hacer el alumnado para, a partir de los hechos (Mundo Observable) entender los contenidos conceptuales o teorías (Mundo Ideas).

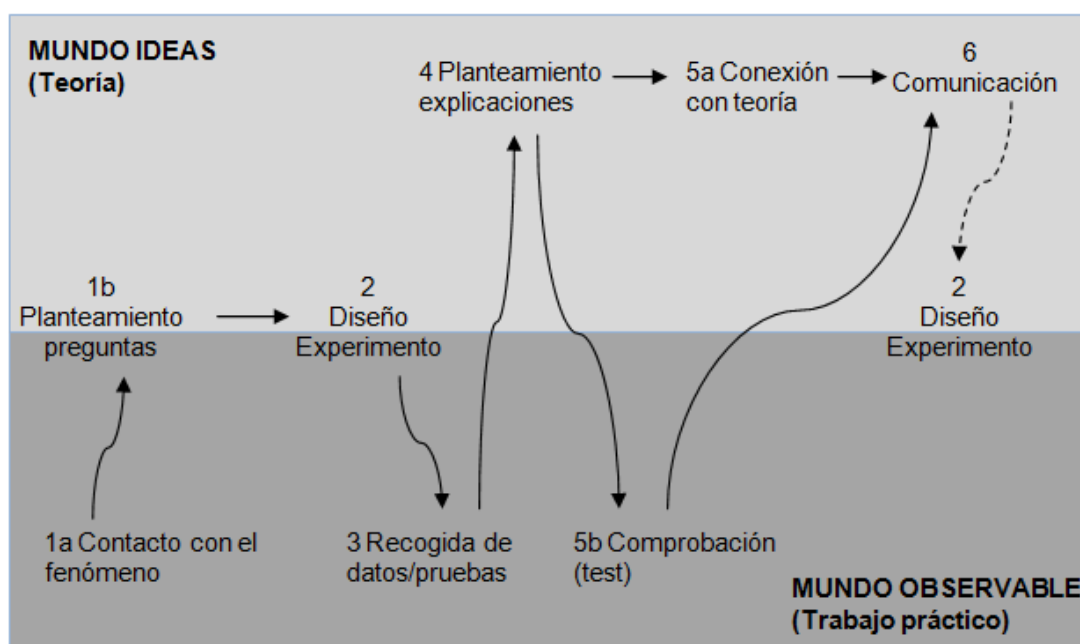


Figura 1. Modelo de TPI. Extraída de Simarro et al. 2013.

En resumen, este modelo de TPI se divide en:

1. Planteamiento de preguntas investigables relevantes para construir, revisar y/o aplicar el modelo. Las actividades que deben llevar a cabo los alumnos se deben guiar de una pregunta inicial. En este punto, es importante destacar que el alumnado debe, a partir de un fenómeno, plantear una pregunta. Esta pregunta, como se observa en la figura 1, se encuentra entre dos mundos, es decir, es necesario que el alumno plantee una pregunta basada en hechos y que a la vez tenga conexión con la teoría. Es por ello, que en este punto, es importante que el profesor haga de guía a la hora de plantear la cuestión principal, para que así el alumno no la enfoque solo a responder de manera local lo que ocurre en el Mundo Observable y encaminar al alumnado

hacia la teoría que se quiere relacionar. Se ha elaborado un ejemplo de trabajo práctico, anexo a este trabajo (anexos 1, 2 y 3), en el que se plantea una situación o fenómeno a partir del cual el alumno, debe reconocer el problema principal a partir de los datos que se disponen. En este caso, anexo 2, el texto inicial y la primera cuestión, están enfocadas a que el alumno plantee una pregunta basada en los factores de crecimiento de los microorganismos. En el dossier-guía del profesor del anexo 1, se recomienda que el profesor guíe al alumno en el método para realizar una pregunta investigable, de manera que les pregunte por las variables del problema y los conceptos clave.

2+3. Diseño del experimento y recogida de datos. El diseño lo debe realizar el alumno a partir del fenómeno observado. Como se observa en la figura 1 este proceso se divide en dos partes, idear un método para responder la cuestión principal y por otro lado, de manera más procedimental, recoger datos según el diseño planteado. En la figura 1 se ha separado en estos dos puntos (2 y 3), para que se observe mejor la conexión entre el mundo de las ideas y el mundo real. El profesor, como en el caso anterior debe ser un guía en el proceso de diseño del experimento y recogida de datos, de manera que haga reflexionar al alumno sobre qué es lo más importante que se debe observar. En el TPI que se propone en el presente trabajo (anexo 2), el diseño está guiado a partir de los materiales de laboratorio que propone el dossier (cuestión 2), y el método de recogida de datos, lo debe idear el propio alumno (cuestión 3).

4. Planteamiento de explicaciones. En un TPI común, en este punto la actividad ya finalizaría, dando respuesta a la pregunta inicial según los resultados obtenidos. Pero en este caso, se pretende que el alumno desarrolle un modelo que además de dar respuesta al caso concreto estudiado, sirva también para hacer predicciones y dar respuesta a otras situaciones similares, promoviendo la conexión con los conceptos científicos. Para ello, como se muestra en el ejemplo que se propone en la anexo 3, el profesor, además de las preguntas iniciales propuestas por los alumnos (cuestión 4), añade

preguntas que amplíen el campo de investigación por parte del alumnado (cuestiones 5 y 6), y enriquezcan las explicaciones del fenómeno observado.

5a. Comprobación/ evaluación de las explicaciones. En este punto, el alumno dispone de las explicaciones resultantes de los datos de la cuestión inicial, junto con las explicaciones de las respuestas de ampliación. Es por ello que con toda esta información el alumno, al contrastar la información con el resto de compañeros evalúa sus respuestas y/o explicaciones.

5b. Conexión con la teoría. Finalmente el alumnado construye un modelo central de la ciencia que además permite ser aplicado en un caso concreto. En el trabajo propuesto, en el anexo 3, los apartados 5a y 5b se resuelven en la cuestión 6, que es cuando el alumnado ya dispone de información suficiente para poder construir un modelo central.

6. Comunicación. Supone la redacción y/o exposición de un informe en el que el alumno explicita las conclusiones y las conecte con la teoría y con una aplicación concreta. En nuestro caso (anexo 2 y 3), la comunicación del TPI está basada en la cumplimentación de los dossiers entregados.

En resumen, en este modelo propuesto, se pretende que el alumno sea capaz de plantearse cuestiones a partir de fenómenos, diseñar experimentos, llevarlos a cabo, explicarlos localmente y posteriormente relacionarlos con modelos teóricos que no solo den respuesta al fenómeno observado sino a cualquier fenómeno relacionado conceptualmente; además de evaluarlos y comunicarlos a los compañeros. Es decir, en este modelo, encontramos un gran número de factores que promueven el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes por parte del alumno en el proceso de la actividad.

Este modelo de TPI, además de las fases que hemos comentado se debe implementar teniendo en cuenta una serie de características tales como: su nivel de indagación, nivel de dificultad, recursos disponibles del centro, entre otros. Estas características son importantes ya que pueden influir en la

desarrollo de las competencias clave por parte del alumnado. Es por ello, que a continuación se realiza una explicación introductoria de algunas de estas características que consideramos importantes para la capacitación de los alumnos.

3.2.1. Nivel de indagación

Como acabamos de comentar, la caracterización de los TPI puede realizarse a partir de varias dimensiones, una de las cuales es el nivel de indagación.

El nivel de indagación - también denominado grado de apertura - puede ser definido de varias maneras según sea su relación con el TPI, pero principalmente define el grado de implicación y autonomía del alumnado en cada etapa del TPI.

Existen varias escalas definidas por diversos autores para calcular el nivel de indagación de un TPI. Una escala sencilla pero muy intuitiva es la propuesta por Banchi y Bell (2008), que se muestra en la tabla 1. Ésta define cuatro niveles de indagación: confirmada, estructurada, guiada y abierta.

Tabla 1.

Los cuatro niveles de indagación y la información facilitada al alumno en cada caso. Extraída de Banchi y Bell (2008).

NIVEL DE INDAGACIÓN	PREGUNTA	DESARROLLO	SOLUCIÓN
Indagación Confirmada <i>Los estudiantes confirman un principio/teoría a través de una actividad en la que se conocen los resultados previamente</i>	✓	✓	✓
Indagación Estructurada <i>Los estudiantes investigan una pregunta formulada por el profesor a través de un procedimiento prescrito</i>	✓	✓	
Indagación Guiada <i>Los estudiantes investigan una pregunta formulada por el profesor utilizando un procedimiento diseñado y seleccionado por el alumno.</i>	✓		
Indagación Abierta <i>Los estudiantes investigan una pregunta formulada por el alumno utilizando un procedimiento diseñado y seleccionado por el alumno.</i>			

Los niveles de Indagación Confirmada y Indagación Estructurada, no suelen promover la adquisición de actitudes propias de un científico, como son la

curiosidad, creatividad y neutralidad entre otros, ya que es el propio profesor el que decide la cuestión a tratar y que método se va a utilizar para ello. También al conocer la solución puede conducir a la frustración del alumno cuando fallan de manera sistemática en conseguir la “respuesta correcta” (Cabrera, 2004). Aunque en estos niveles, el alumno puede adquirir habilidades en el manejo de los instrumentos propuestos por el profesor en el desarrollo de la actividad, suelen ser de escasa utilidad en el desarrollo conceptual y competencial.

La Indagación Guiada y la Indagación Abierta, suelen ser las que se reconocen más comúnmente en la bibliografía como diseño óptimo de TPI. Ya que en estos dos niveles el alumno posee un mayor grado de implicación, lo cual provoca una mayor motivación; capacita al alumno a estructurar e interconectar a nivel cognitivo la investigación que está realizando con la teoría y la realidad; además de promover la adquisición de las competencias clave. Por lo que, estos dos últimos serían los más idóneos para la enseñanza/aprendizaje de ciencias. Sin embargo, los análisis muestran que los niveles más utilizados en las aulas son la Indagación Confirmada y la Indagación Estructurada (Del Carmen, 2000), por lo que posiblemente, aquí estibaría una de las causas por las que actualmente los TPI en las aulas no son todo lo competenciales que deberían ser.

3.2.2. Nivel de dificultad

Al igual que en el apartado anterior, los TPI se pueden caracterizar también por el nivel de dificultad para llevar a cabo la investigación. El nivel de dificultad del TPI variará en función de varios factores (*véase tabla 2*).

Como se muestra en la tabla 2, cuanto más cerrada es la definición del problema, es decir, cuando el Nivel de Indagación es el más bajo (Confirmativo), más fácil es llevar a cabo el TPI. También depende de un gran número de factores como la carga conceptual, el número y tipo de variables, ... A partir de esta gradación, el profesor puede realizar las actividades siguiendo una progresión en la dificultad y teniendo en cuenta el nivel educativo del alumnado que realiza la actividad.

Tabla 2.

Elementos de progresión del nivel de dificultad de las investigaciones de Qualter et al. (1990).
Extraído de Caamaño (2004)

ELEMENTOS DE PROGRESIÓN	PROGRESIÓN EN EL NIVEL DE DIFICULTAD	
	BAJO	ALTO
Apertura <i>Definición del problema</i>	Cerrado	Abierto
Carga conceptual	Baja	Alta
Variable dependiente <i>Naturaleza</i>	Puede ser juzgada sin medidas	Medida cuantitativa
Variable independiente <i>Número</i>	Una	Varias
<i>Tipo</i>	Categorica	Continua
Variabes que hay que controlar	Pocas	Muchas
Aparatos	Sencillos	Complejos
Contexto	Contexto familiar	Contexto no familiar

3.2.3. Otras consideraciones importantes

Para un desarrollo eficiente de los TPI, además de lo anteriormente dicho, es necesario tener en consideración los siguientes puntos:

- *La organización de los recursos*, de manera que a la hora de plantear un TPI, hay que tener en cuenta los recursos que ofrece el centro. Cada centro dispone de unas instalaciones muy diferentes, algunos poseen laboratorios con una gran dotación de materiales y/o espacio; pero en la mayoría de los casos los laboratorios tienen escasos materiales y/o espacio; o directamente no existen. Es por ello, que hay que gestionar y organizar los recursos de manera diferente en cada TPI para que se puedan llevar a cabo.
- *La seguridad*, variará según el tipo de TPI (aula, laboratorio o campo) que se vaya a realizar. Principalmente, en las actividades del laboratorio es donde se tiene más en consideración la seguridad. A la hora de trabajar con reactivos, fuego, material de vidrio,... Es por ello, que a la hora de planificar el TPI, estos disponen de un apartado dedicado a “normas de seguridad”. Este apartado es importante, ya que implica que

el alumno debe interiorizar unas destrezas a la hora de trabajar, que son comunes a las de la vida diaria (fuego, vidrio,...).

- *Tipo de agrupaciones*, es un factor clave de los TPI. Este dependerá del tipo de actividad, pero como define Del Carmen (2000) en su trabajo sobre realización de trabajos prácticos, *para aquellas actividades en las que los alumnos deben aprender a utilizar instrumentos de observación, de medida o realizar montaje delicados o complejos... el agrupamiento en pareja...facilita que los alumnos puedan aprender los conocimientos perseguidos* mientras que para el resto de actividades aconseja grupos no mayores de 3-4 alumnos ya que serían los mas enriquecedores (intercambio de ideas, aprender de un alumno tutor,...).
- El *Tiempo* es importante, en el desarrollo de un TPI, ya que un trabajo mal gestionado temporalmente, puede hacer que el alumno no tenga el tiempo suficiente de alcanzar los objetivos propuestos, por muy bien planteada que este ésta actividad. Para conseguir un cambio conceptual de las ideas previas del alumno, adquirir habilidades y actitudes en el proceso, no basta con una práctica puntual, ésta debe alargarse en el tiempo para que el alumno vaya asimilando lo que está ocurriendo en cada paso del TPI.
- *La comprobación previa*, por parte del profesorado es un punto interesante a destacar. Ya que un TPI bien planteado, debe comprobarse previamente para asegurar que todas las fases son correctas y así confirmar que se puede desarrollar con los alumnos. Este punto, que no parece tan importante, puede ser clave para que un TPI sea un éxito o un fracaso en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Una vez, que están definidos los puntos esenciales para caracterizar los TPI, de manera que se optimice su puesta en práctica y por lo tanto, promuevan el desarrollo de competencias; se hace necesario definir cuáles de éstas actitudes y habilidades se corresponden con las competencias clave exigidas por el curriculum de ciencias de las Islas Baleares.

3.3. Las competencias clave

En el mundo actual, debido principalmente a la globalización, los individuos deben poseer unas capacidades básicas para poderse desarrollar plenamente en la sociedad. Es por ello, que en la educación se deben tener en cuenta estas capacidades e intentar promoverlas para que cuando el individuo finalice sus estudios, no solo posea una formación conceptual para la vida, sino también un "saber hacer y saber ser" que implique un aprendizaje permanente. En este aprendizaje, el individuo tiene que ser capaz de entender el mundo que le rodea, reflexionar sobre lo que le ocurre y actuar de manera eficiente con la ayuda de los conocimientos y habilidades que posee. Estas capacidades básicas las definió la Comisión Europea (Noviembre de 2004) como, *un paquete multifuncional y transferible de conocimientos, destrezas y actitudes que todos los individuos necesitan para su realización y desarrollo personal, inclusión y empleo. (CNIE, 2013).*

Según estas recomendaciones europeas, en Secundaria se incorporaron las competencias básicas a partir de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). Aquí aparecen por primera vez las ocho "competencias básicas" necesarias para conseguir una educación básica. Sin embargo, con la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE), se modifica el término a "competencias clave", se reducen a siete y se pone un mayor énfasis en su función en el curriculum. Aunque estas pequeñas modificaciones terminológicas (véase *tabla 3*) no hacen variar mucho la descripción de cada una de ellas. Es más remarcable, su mayor protagonismo en la nueva normativa española (LOMCE y actual Orden ECD/65/2015); que reconoce la necesidad de incluir las competencias en uno de los principales objetivos y seleccionar métodos de evaluación de las mismas. Para ello, insta al docente y al centro a modificar su enfoque metodológico, de manera que considera necesario un cambio en la concepción del proceso de aprendizaje, y organización y cultura del centro. Para asegurar que realmente la comunidad educativa promueve la adquisición de competencias a partir del proceso de enseñanza/aprendizaje y no las deja en un segundo plano. Para conocer mejor cuales son éstas competencias, en el

siguiente apartado definiremos su finalidad y concretaremos que claves de desarrollo deben alcanzar los alumnos con cada una.

3.3.1. Definición de las competencias clave

A continuación resumiremos las competencias clave tal y como las define la legislación vigente en la *Orden ECD/65/2015, de 21 de Enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato* y también el *Decreto 34/2015, de 15 de Mayo, por el cual se establece el currículum de la educación secundaria obligatoria en les Illes Balears*.

Tabla 3.

Comparativa entre Competencias básicas y Competencias clave. Elaboración propia.

COMPETENCIAS BÁSICAS (LOE)	COMPETENCIAS CLAVE (LOMCE)
Competencia en Comunicación Lingüística	Comunicación Lingüística
Competencia Matemática	Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencias y Tecnología
Competencia en el Conocimiento y la Interacción con el Mundo Físico	
Tratamiento de la Información y Competencia Digital	Competencia Digital
Competencia Social y Ciudadana	Competencias Sociales y Cívicas
Competencia Cultural y Artística	Conciencia y Expresiones Culturales
Competencia para Aprender a Aprender	Aprender a Aprender
Autonomía e Iniciativa Personal	Sentido de Iniciativa y Espíritu Emprendedor

- **COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA:**

Es el resultado de la acción comunicativa. Teniendo en cuenta todas sus posibles variables, desde el método que se utilice, el ámbito donde se utilice, en las distintas lenguas que se dominen,... Está enfocada dentro de las prácticas sociales, y se promueve que el individuo sea un agente comunicativo y no solo un receptor. Esto implica que en la metodología de trabajo en las aulas, el alumno tiene que ser activo en la comunicación y no solo recibir mensajes.

También, el aprendizaje de lenguas extranjeras forma parte de esta competencia, entendiéndose que estas lenguas favorecen el conocimiento de la diversidad cultural, que es muy enriquecedor para el individuo en su desarrollo personal.

Al ser un instrumento necesario para el proceso de enseñanza/aprendizaje de las distintas materias, esta competencia se promueve en todas las áreas de estudio, y se enriquece de todo el léxico y de las diversas modalidades de comunicación de las distintas aéreas.

Para que el desarrollo de la misma se pueda dar dentro y fuera de las aulas, es necesario promover su uso como instrumento de comunicación social, ya que esto ayudará al individuo a diferenciar los diferentes contextos (formales, no formales e informales).

Un punto primordial de esta competencia es la lectura, ya que a partir de esta el individuo dispone de la capacidad de ampliar la competencia lingüística en sí misma, ya que los textos son fuentes de información. Además de textos literarios que promueven el arte y la cultura.

Esta competencia promueve actitudes y valores como: el desarrollo de un espíritu crítico, el pluralismo, la concepción del diálogo como herramienta para la convivencia, entre otros muchos.

Para su evaluación se puede dividir en cinco bloques principales:

- Componente lingüístico (léxico, gramática, semántica,...).
- Componente pragmático-discursivo (producción-recepción mensajes, esquemas de interacción, géneros discursivos,...).
- Componente socio-cultural.
- Componente estratégico (destrezas y estrategias comunicativas, tratamiento de la información,...).
- Componente personal (actitud, motivación y rasgos personales).

▪ *COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA*

Estas competencias contribuyen al bienestar social en una sociedad basada en la ciencia y tecnología.

La competencia matemática promueve el razonamiento matemático y las destrezas para desarrollarlo. Por ello, a partir de los conceptos matemáticos

(Ej: números), los procedimientos matemáticos (Ej: cálculos) y las herramientas para su uso (Ej: gráficos); los individuos pueden enfrentarse a situaciones-problema que se pueden dar en diferentes contextos (personal, social, profesional,...). De manera que el individuo es capaz de conectar el conocimiento conceptual y el procedimental de una tarea matemática.

Esta competencia matemática puede promover actitudes y valores tales como: el rigor, respeto de los datos y la veracidad.

Para su evaluación hay que tener en cuenta las siguientes áreas:

- La cantidad (Cuantificar, comprender magnitudes,...).
- El espacio y la forma (patrones, direcciones,...).
- El cambio y las relaciones (relaciones temporales, modelos de predicción,...).
- La incertidumbre y los datos (interpretación de datos,...)

En cuanto a la competencia básica en ciencia y tecnología, son aquellas capacidades que promueven el conocimiento del medio físico que nos rodea y la interacción con él, desde distintos enfoques. Tanto para la protección del medio que nos rodea, como para el desarrollo científico-tecnológico aportando bienestar social.

Esta competencia implica que los individuos tienen que ser capaces de realizar juicios de valores sobre hechos científicos pasados y presentes. Además de resolver situaciones de la vida cotidiana utilizando la misma metodología que para resolver retos científicos.

Para poder discernir sobre temas científicos y tecnológicos el individuo debe tener nociones sobre conceptos, procesos y conexiones entre los saberes de física, química, biología, geología, tecnología y matemáticas. Y las destrezas y metodologías propias de cada área.

Esta competencia básica en ciencia y tecnología promueve valores y actitudes como son: criterios éticos sobre ciencia y tecnología, valoración del conocimiento científico, responsabilidad medioambiental, actitud enfocada en una vida física y mentalmente saludable.

Para su evaluación se deben tener en cuenta los siguientes sistemas y dominios:

- Sistemas físicos (comportamiento sustancias, leyes naturales,...).

- Sistemas biológicos (Conocimiento seres vivos, alimentación,...).
- Sistemas de la tierra y del espacio (saberes geológicos, agricultura,..).
- Sistemas tecnológicos (nuevas tecnologías, diseño aparatos,...).
- Investigación científica (como recurso y procedimiento).
- Comunicación de la ciencia (Lenguaje científico,...).

▪ *COMPETENCIA DIGITAL:*

En la sociedad actual, las tecnologías de la información han aumentado exponencialmente: Se han convertidos en instrumentos muy útiles, pero para ello es necesario un correcto uso de las mismas, ya que el desconocimiento puede provocar q sean inútiles o incluso nocivas para la sociedad. Es por ello, que se hace necesaria una competencia digital en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Esta competencia pretende el uso creativo, crítico y seguro de las mismas, de manera que se les pueda dar un rendimiento para el desarrollo laboral/educacional a estas tecnologías además de ser un medio de inclusión social y de ocio.

También es necesario crear una actitud y unas habilidades competentes para poder formar parte de manera efectiva en una sociedad digital. Esto incluye, además habilidades básicas como la escritura y lectura.

Una de las habilidades clave, es el uso de las tecnología de la información como fuente de información, de manera que el individuo debe aprender a acceder a estas fuentes y procesar la información obtenida. Sin olvidar la necesidad de crear unos hábitos saludables en cuanto a su uso, que incluyen entornos seguros o horarios adecuados de uso, entre otros.

Algunos de los valores que se fomentan con esta competencia son el espíritu crítico, colaboración y curiosidad por el aprendizaje.

Para su evaluación hay que tener en cuenta los siguientes bloques:

- La información: gestión de la información, conocimiento motores de búsqueda, cotejar y evaluar contenidos,...
- Comunicación: Reconocer los software de comunicación, la identidad digital,...
- Creación de contenidos: formatos, publicación de información,...

- La seguridad: conocer los riesgos del uso de nuevas tecnologías, protección de información,...
- La resolución de problemas: conocer los dispositivos digitales para la consecución de metas personales,...

▪ *APRENDER A APRENDER:*

Esta competencia es clave para el aprendizaje permanente en los diferentes contextos de la vida. Implica que el individuo debe estar estimulado para querer entender el mundo que le rodea, y que a partir de la curiosidad por conocerlo, pretenda entenderlo y resolver los problemas que le surjan. Para ello, el individuo debe aprender a marcarse objetivos, organizarse para su consecución, ser capaz de reconocer y utilizar las herramientas necesarias para ello, y autoevaluar las metas una vez concluidas.

Todos estos pasos del aprendizaje hacen que sea necesario que el individuo aprenda a reflexionar y tomar conciencia del proceso, adquiera estrategias de planificación, capacidad de desterrar ideas previas cuando no concuerden con la nueva información obtenida, y así un sinfín de habilidades y destrezas de aprendizaje.

Es interesante resaltar, la importancia de aprender en grupo, ya que para completar la competencia de aprender a aprender, es necesario que los individuos interactúen con otros y reconozcan otros métodos de aprendizaje y también sean capaces de cooperar en el proceso mismo.

Esta competencia fomenta los siguientes valores y actitudes: motivación, confianza, planteamiento de metas realistas,..

Para su evaluación hay que tener en cuenta:

- Gestión del aprendizaje: planteamiento objetivos, consecución metas,...
- Reflexión: conocer los procesos mentales para aprender,..
- Regulación del aprendizaje: control del proceso de aprendizaje,...

▪ *COMPETENCIAS SOCIALES Y CÍVICAS:*

Las competencias sociales y cívicas son aquellos conocimientos y actitudes, que como su nombre indica nos permiten comprender la sociedad en que vivimos y actuar de manera cívica para poder convivir satisfactoria y plenamente todos en ella.

Para ello la competencia social promueve que el individuo reconozca un estado de vida saludable (salud física y mental) tanto propio como de los que le rodean para asegurar un bienestar social.

También es necesario conocer los códigos de conducta propios de la sociedad en la que se desarrolla para poder interactuar de manera eficiente. Por otro lado, es importante que conozca conceptos básicos de conducta individual o grupal como la igualdad y la no discriminación sexual, cultural y/o social.

Es fundamental que el individuo sepa comunicarse socialmente de una manera constructiva, debido a que vivimos en una sociedad democrática, esta comunicación debe estar basada en la tolerancia, la capacidad de entender diferentes puntos de vista y de dialogar. Siendo siempre respetuosos con los demás.

La competencia social fomenta valores como la colaboración, la seguridad en uno mismo, la integridad y la honestidad. Además de actitudes que promueven el desarrollo y bienestar social de toda la población.

En cuanto a la competencia cívica, está basada en la sociedad democrática en la que vivimos. Por ello, el individuo debe entender y asumir conceptos como la justicia, la igualdad y los derechos humanos.

A partir de ellos, el individuo debe desarrollar destrezas que le permitan desarrollarse eficazmente en el ámbito público de manera democrática. Se espera que sea capaz de participar activamente en la sociedad y que lo haga de una manera constructiva.

Las actitudes y valores inherentes a esta competencia sería: respeto de los derechos humanos, voluntad de participar en la democracia, sentido de la responsabilidad, respeto por los valores compartidos de la comunidad, entre otros muchos.

Para evaluar la competencia social y cívica, el alumno debe conocer:

- La organización y funcionamiento de la sociedad de la que forma parte.
- Participar de manera activa en el colectivo social.
- Demostrar empatía.
- Saber negociar en la toma de decisiones.

▪ *SENTIDO DE INICIATIVA Y ESPÍRITU EMPRENDEDOR:*

Es la capacidad de transformar las ideas en actos. Para ello, el individuo después de marcarse un objetivo tiene que ser capaz, de reconocer las habilidades, destrezas y conocimientos que posee y a partir de ellas planificar la consecución del mismo.

Esta competencia se puede desarrollar tanto a nivel personal, social, escolar como laboral. Y con ella se pretende formar futuros ciudadanos emprendedores para promover una sociedad basada en la cultura del emprendimiento. Para ello, es necesario un cambio de mentalidad que promueva la capacidad de pensar de forma creativa, de gestionar el riesgo y de manejar la incertidumbre.

Los individuos deben ser capaces de reconocer las oportunidades y comprender las líneas generales que rigen el funcionamiento de las sociedades, de sus empresas, de sus sindicatos y de su economías.

Esta competencia promueve un gran número de destrezas y habilidades como pueden ser: capacidad de análisis, adaptación al cambio, negociaciones efectivas, capacidad de liderazgo y delegación,... Así como actitudes y valores tales como: predisposición a actuar de forma creativa, autonomía, autoconocimiento, y determinación entre otras muchas.

Para su evaluación hay que tener en cuenta:

- La capacidad creadora y de innovación
- La capacidad pro-activa para gestionar proyectos
- La capacidad de asunción y gestión de riesgos y manejo de la incertidumbre
- Las cualidades de liderazgo y trabajo individual y en equipo

- Sentido crítico y de la responsabilidad

- **CONCIENCIA Y EXPRESIONES CULTURALES:**

Con esta competencia se pretende que el individuo sea capaz de comprender y valorar de manera abierta y respetuosa las diferentes manifestaciones culturales y artísticas. De esta manera el individuo se enriquece personalmente y reconoce la riqueza y patrimonio de los pueblos. También tiene una vertiente comunicativa, ya que implica el conocimiento de los diferentes códigos y manifestaciones artísticas y culturales.

Para todo ello, el individuo debe disponer de un gran abanico de conocimientos sobre la cultura, tanto local, como nacional, europea o mundial. Ya sea literatura, bellas artes, folclore, moda,... Estos conocimientos permiten un enriquecimiento en las diferentes habilidades de pensamiento, perceptivas, comunicativas o estéticas.

El desarrollo de esta competencia implica la promoción de actitudes y valores como son: interés y respeto artístico y cultural o conservación del patrimonio, libertad de expresión,...

Para su evaluación se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Conocimiento, estudio y comprensión de la cultura y el arte.
- Aprendizaje de técnicas y recursos de lenguajes artísticos y expresiones culturales.
- Desarrollo expresivo
- Potenciación de la creatividad e imaginación
- Interés por el arte y la cultura
- Participación en la actividad cultural de la sociedad en que se vive
- Desarrollo de actitudes propias para la producción artística.

Éstas competencias se pueden desarrollar de distintas maneras: a partir de materias y áreas de estudio; o de los criterios que establece el centro para la participación del alumnado. Por ejemplo, a partir de las propuestas para el uso de la biblioteca o para las actividades extraescolares, también pueden ayudar a su desarrollo.

Hay que tener en cuenta, que las competencias, junto con los objetivos son la referencia para el desarrollo del aprendizaje de los alumnos y que éstos puedan extrapolarlo a su vida diaria. Y concretamente en el área de ciencias, se pretende desarrollar una actitud científica - la cual engloba características de todas las competencias clave - que dotan al individuo de racionalidad, curiosidad, imparcialidad, pensamiento crítico, honradez y objetividad, humildad, respeto por la naturaleza y la vida, escepticismo y creatividad.

En el caso de las ciencias, como define Lemke (2002, p.172):

Enseñamos a nuestros alumnos empleando los lenguajes de la ciencia, pero no es frecuente que les enseñemos dichos lenguajes, cuestión que habría que afrontar tratando de integrar dichos recursos (lenguaje oral, lenguaje escrito, representaciones gráficas, símbolos matemáticos,...) si pretendemos que la educación científica capacite a los alumnos para el uso de las formas de razonamiento y acción que constituye la práctica educativa.

Uno de los grandes problemas que nos encontramos con las competencias clave es que, aunque el curriculum enumera perfectamente las competencias clave que queremos que adquieran nuestros alumnos, está muy en el aire su protagonismo en las distintas materias. Además, su evaluación suele ser más compleja que la evaluación de contenidos. Es por ello, que a la hora de hacer una pequeña investigación y búsqueda bibliográfica sobre la evaluación de las competencias clave en los trabajos prácticos de ciencias, nos encontramos que en la mayoría de los casos, los autores afirman que el mejor método de adquisición de competencias clave en ciencias es a partir de trabajos prácticos (especialmente TPI), pero ninguno de ellos ahonda en su interrelación (TPI + competencias clave), ni en el estudio de su evaluación para confirmar esta afirmación.

Como estamos de acuerdo con esta afirmación, y consideramos que los TPI tiene un gran potencial para la adquisición de competencias clave, nuestra propuesta didáctica se va a centrar en definir en cada etapa del TPI cuales son las competencias clave que se pueden adquirir, a la vez que se van a diseñar métodos para poder comprobar que en e efecto el alumno desarrolla una

actitud científica evaluando las competencias clave que se adquieren gracias al trabajo práctico.

Para ello, previamente debemos analizar las competencias clave según su prioridad en ciencias y definir aquellas capacidades que se tienen que promover para una formación óptima en ciencias.

3.3.2. Relación entre las competencias clave y las ciencias

Cada competencia clave desarrolla un abanico de habilidades, destrezas, actitudes y valores. Por lo que cada una de ellas, aporta diferentes enfoques del desarrollo del alumno en ciencias. A través del currículum (*Decreto 34/2015, de 15 de mayo, por el cual se establece el currículum de la educación secundaria en las Islas Baleares*), se establecen qué características se deben promover de cada competencia clave en cada una de las asignaturas del área de ciencias. A modo de resumen, en este apartado se exponen las características más importantes en cada competencia para formar a alumnos de ciencias en general.

La competencia clave por excelencia en ciencias es la *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, con ella el alumnado adquiere un lenguaje matemático mediante el cual, podrá comprender y comunicarse con un lenguaje científico (numérico,...); razonar y ser capaz de resolver problemas, adquiriendo una actitud de estratégica frente a situaciones científicas. Además de conocer y aplicar el método científico, y tener una visión crítica sobre el mundo que le rodea, y por tanto una actitud responsable hacia el medio ambiente, la salud, ...

La *Comunicación lingüística* es una competencia primordial a la hora de aprender cualquier ciencia. En ciencias se pretende que el alumno aprenda un lenguaje científico, para poder describir procesos, entender textos científicos, exponer opiniones, definir conceptos, promover hipótesis. Ya que en ciencias, la comunicación es un factor clave para el desarrollo de las mismas.

La *Competencia digital* contribuye a un uso eficaz de las TIC, ya sea como medio para recoger y compartir datos, o como para hacer una búsqueda crítica de información teniendo en cuenta las fuentes científicas.

Aprender a aprender potencia en el alumno una de las características clave del científico, la curiosidad. Para poder hacer ciencia, es necesario que el alumnado desarrolle un buen método de aprendizaje, que le oriente a planificar cómo resolver una actividad/problema, para poder supervisarla y evaluarla correctamente. Que le promueva la asimilación de nuevos conceptos y que le dé la capacidad de conectarlos con ideas o teorías ya aprendidas.

La *Competencia social y cívica*, es necesaria para que el alumno sea capaz de entender la necesidad de las ciencias en la sociedad en la que vive y cuáles son sus beneficios. De manera, que el alumnado asuma la importancia de un comportamiento responsable frente a la sociedad, el medio ambiente y el propio individuo.

El *Sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor* es muy útil en las ciencias ya que fomenta que el alumnado desarrolle proyectos con responsabilidad, demostrando iniciativa, creatividad y planificándolos adecuadamente. Otra característica esencial de los científicos, es la capacidad de asumir riesgos, ya que esta actitud promueve los cambios en la percepción del mundo, que implican nuevos estudios y nuevas teorías.

Finalmente la *Consciencia y expresiones culturales* es una competencia que en ciencias muestra al alumnado la evolución del pensamiento científico gracias a las diferentes culturas. También la importancia del patrimonio natural.

En conclusión, las competencias clave pueden promover el desarrollo de futuros científicos con la ayuda de las herramientas adecuadas. Como hemos comentado ya, nuestra propuesta va a ser, reconocer los puntos fuertes de los trabajos prácticos de investigación como herramienta para capacitar a los alumnos de habilidades y destrezas propias de un científico a partir de las competencias clave. Además desarrollaremos un sistema de evaluación para comprobar que el alumnado asume las competencias clave a partir del TPI.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta divide el TPI en 6 etapas, en cada una de ellas se definen los puntos fuertes que promueven la adquisición de las competencias clave. Además, se han elaborado herramientas evaluativas para comprobar que con el TPI se consigue alcanzar las competencias clave, que se consideran más importantes en cada fase.

Tabla 4.
Resumen propuesta

1. Planteamiento pregunta investigable	KPSI	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Aprender a aprender</i> · <i>Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología</i>
2. Diseño experimento	Autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Aprender a aprender</i> · <i>Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología</i> · <i>Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor</i> · <i>Comunicación lingüística</i>
3. Recogida de datos	Tabla Observación	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología</i> · <i>Competencia digital</i> · <i>Competencias sociales y cívicas</i>
4. Planteamiento de explicaciones	Rúbrica	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Aprender a aprender</i> · <i>Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología</i> · <i>Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor</i>
5. Comprobación/evaluación explicaciones	Coevaluación	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Aprender a aprender</i> · <i>Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología</i> · <i>Comunicación lingüística</i> · <i>Competencias sociales y cívicas</i> · <i>Conciencia y expresiones culturales</i>
6. Comunicación	Rúbrica	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Competencia digital</i> · <i>Comunicación lingüística</i>

A modo de resumen, la tabla 4 muestra, según cada etapa, las herramientas de evaluación propuestas y las competencias clave que se consideran más relevantes en cada una de ellas.

La finalidad de la propuesta es que el profesorado disponga de estas herramientas y pueda evaluar si el alumnado adquiere las competencias clave a partir de los TPI propuestos

4.1. Planteamiento pregunta investigable

Los TPI de investigación se inician con una pregunta inicial, como ya se ha comentado, según el nivel de indagación, esta puede venir dada por el profesor o debe ser el alumno el que la debe plantear a partir de un problema/fenómeno inicial. Este apartado tiene como puntos fuertes:

- El alumno observa fenómenos del mundo que le rodea.
- Identifica el problema en el contexto, teniendo en cuenta las variables.
- Se plantea cuestiones científicas a partir del fenómeno observado y del problema identificado.

Tabla 5.
¿Qué competencias tengo?

¿QUÉ COMPETENCIAS TENGO? 1: No soy capaz 2: Soy más o menos capaz 3: Soy capaz	GRADO COMPETENCIAL	
	INICIO	FIN
1. Reconozco las variables que afectan al fenómeno observado		
2. Relaciono las variables con algún tema de la asignatura		
3. Soy capaz de plantear una pregunta investigable con una base científica		
4. Confío en mi capacidad para resolver este problema		

Para la evaluación de las competencias clave en este apartado, se va a utilizar un KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory), que es un instrumento evaluativo basado en los conocimientos previos del alumnado. En nuestro caso, no se le va a dar la utilidad habitual de detección de ideas previas del

alumnado, se va a utilizar la herramienta para poder establecer cuáles son las habilidades y/o destrezas “previas” que el alumno puede y/o debe mejorar en este apartado. Para ello, las cuestiones están enfocadas a que el alumno se cuestione “si es capaz” y reconozca qué habilidades y actitudes necesita para llevar a cabo un TPI. Al final del TPI, el alumno vuelve a responder estas preguntas, de manera que en algunos casos el alumno puede descubrir habilidades y/o actitudes para las que no se creía capacitado.

Las competencias clave que se tienen en cuenta en este KPSI son:

- *Aprender a aprender*, ya que el alumno debe ser capaz de entender el fenómeno que se le presenta, y a partir de la confianza en sí mismo, ser capaz de encontrar el problema y gestionar su resolución.
- *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, debido a que el sistema de trabajo *per se* está basado en el método científico, en el que el alumno debe reconocer las variables a tener en cuenta e indagar a partir de una cuestión investigable enfocada desde una visión científica.

4.2. Diseño del experimento

Una vez que el alumno se plantea la pregunta inicial, como ya hemos visto, es el momento de diseñar el experimento. Como en el caso anterior, la autoría del diseño corresponderá al profesor o al alumno según el grado de indagación y el nivel de dificultad de cada TPI. Los puntos fuertes de este apartado son:

- El alumno razona las consecuencias de los fenómenos.
- Establece hipótesis.
- Diseña estrategias de resolución a partir de un problema.
- Reconoce instrumentos para comprobar su hipótesis.

Para la evaluación de las competencias clave del diseño experimental se va a utilizar la autoevaluación, ya que de esta manera, se consigue que los alumnos identifiquen la actitud y las habilidades que hay que promover para ser capaces de diseñar un experimento. La autoevaluación del diseño se ha dividido en tres bloques: establecer hipótesis, diseñar procedimiento y seleccionar materiales.

Esto es así, porque de esta manera, el alumnado reconoce las partes cruciales para el diseño de un experimento y las evalúa pormenorizadamente.

Tabla 6.
Autoevaluación del diseño del experimento.

		Si/No
Establecer hipótesis	1. Es una reflexión originalmente mía.	
	2. Tengo en cuenta conceptos estudiados en la asignatura	
	3. La hipótesis inicial da respuesta al problema planteado	
	4. Con ella puedes responder a problemas similares	
Diseño de procedimiento	5. Se basa en mi hipótesis inicial	
	6. Tengo una idea previa de los resultados	
	7. En el diseño, enumero y describo cada paso claramente.	
	8. He tenido en cuenta el tiempo en todos los pasos.	
Selección material	9. Soy realista con el material del laboratorio/aula.	
	10. He utilizado los materiales más adecuados en cada caso.	
	11. Si es necesario, explico el manejo de los instrumentos.	

En este caso, las competencias clave que se evalúan son:

- *Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor*, ya que se pretende que el alumnado tenga una capacidad pro-activa ante un proyecto (analizando, planificando,...). Y siendo, también, creativo a la hora de diseñarlo.
- La *Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología* se evalúa, debido principalmente, a que la metodología

utilizada es la del método científico, además de los conceptos teóricos que el alumnado debe relacionar.

- La *Comunicación lingüística* la evaluamos debido a que es importante que el alumno sepa comunicar su hipótesis, argumentándola correctamente. También la explicación de un procedimiento suele tener una estructura característica que el alumnado debe reconocer.
- *Aprender a aprender*, en esta etapa es una competencia clave importante, ya que es el momento en el que se gestiona el modelo de resolución del problema. El alumnado debe tener en cuenta lo que sabe, y cómo lo debe utilizar para resolver el problema.

4.3. Recogida de datos

Este apartado tiene una fase más procedimental, que implica habilidades y destrezas para el manejo de instrumentos. Los puntos fuertes relacionados con las competencias clave de este apartado son:

- El alumno manipula instrumentos y material de experimentación.
- Observa y describe los resultados obtenidos.
- Registra cualitativa y/o cuantitativamente los resultados ya sea a partir de instrumentos de medición o por estimación.
- Establece criterios de clasificación.

Para la recogida de datos, las competencias clave se evalúan a partir de una tabla de observación.

Tabla 7.

Tabla de observación de la recogida de datos.

	Si/No
1. Manipula el material con cuidado y destreza	
2. Es organizado y responsable	
3. Reconoce los diferentes tipos de medida y los aplica correctamente	
4. Es riguroso a la hora de anotar los resultados observados	
5. Utiliza diferentes soportes para gestionar la información	
6. Trabaja de forma cooperativa	

En este caso, las competencias que se evalúan son tres:

- La *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, ya que implican que el alumnado trabaje con una actitud y unas habilidades propias del científico (rigor, responsabilidad, organización,...). Además de conocer los diferentes métodos de cuantificación (unidades, magnitudes, estimaciones,...).
- La *Competencia digital*, en la que el alumno debe ser capaz de trabajar con la información en distintos soportes.
- Las *Competencias sociales y cívicas*, ya que un punto muy importante para poder desarrollarte como individuo en la sociedad es saber cooperar a cualquier nivel.

4.4. Planteamiento de explicaciones

Como ya se ha comentado anteriormente, en este punto, el alumno deduce sus propias conclusiones a partir de los resultados. Los puntos fuertes relacionados con las competencias clave de este apartado son:

- El alumno interpreta los datos.
- Reúne y organiza toda la información.
- Elabora conclusiones a partir de la información obtenida.

Para esta etapa del TPI, se ha considerado la importancia de la rúbrica para su evaluación (tabla 8).

En este punto, las competencias clave, que se han evaluado son:

- La *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, debido a que al plantearse explicaciones, el alumno debe desarrollar un pensamiento científico en el que contrasta ideas y desarrolla modelos teóricos.
- *Aprender a aprender*, es una competencia crucial en cualquier etapa del TPI, ya que el alumnado se encuentra ante una actividad basada en la adquisición de conocimientos. En este punto, el alumno debe analizar y evaluar los datos para ser capaz de adquirir conocimientos nuevos.

- *Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor*, está en la capacidad de análisis del alumno de los resultados y en la toma de decisiones según las diferentes opciones que le surgen.

Tabla 8.

Rúbrica para la evaluación del planteamiento de explicaciones

	NIVEL COMPETENCIAL BAJO	NIVEL COMPETENCIAL INTERMEDIO	NIVEL COMPETENCIAL ALTO
Gestión de los resultados	Utiliza los resultados obtenidos sin organizarlos ni resumirlos	Organiza los resultados de manera lógica, pero no es capaz de resumirlos según los más relevantes	Organiza y resume los resultados teniendo en cuenta los datos más relevantes
Explicación de los resultados	Comprende los principios básicos, pero no los conceptos científicos.	Comprende los principios básicos y los conceptos científicos	Comprende los principios básicos y los conceptos científicos y establece relaciones entre ellos
Relación con preguntas ampliación	Las interpretaciones del problema inicial son locales y no es capaz de relacionarlas con situaciones similares	A partir de las interpretaciones del problema inicial es capaz de explicar las situaciones similares propuestas.	A partir de las interpretaciones del problema inicial es capaz de explicar las situaciones similares propuestas y predecir nuevas situaciones.
Elaboración de conclusiones	Las conclusiones no están conectadas con los resultados ni con conceptos teóricos	Las conclusiones están conectadas con los resultados y con conceptos teóricos	Las conclusiones están conectadas con los resultados y con un modelo teórico central

4.5. Comprobación/evaluación de las explicaciones

Junto con el apartado anterior, en este apartado el alumno alcanza una conclusión y la conecta con la teoría. Los puntos fuertes relacionados con las competencias clave de este apartado son:

- El alumno relaciona las conclusiones obtenidas con los conceptos teóricos.
- Realiza juicios críticos sobre sus conclusiones y las de sus compañeros.
- Admite los resultados más coherentes en detrimento de los suyos propios si es necesario.

En este caso, se va a utilizar la coevaluación para la evaluación de las competencias clave (tabla 9). Al poner en común los diferentes planteamientos de los diferentes grupos del aula, se debe generar un debate. Y para evaluar

un debate, la coevaluación es una herramienta muy oportuna, ya que los alumnos, observan las habilidades de debate de su compañero y esto les permite, comprobar cuales son las actitudes y/o habilidades apropiadas para ello.

Tabla 9.

Coevaluación comprobación de las explicaciones

COEVALUACIÓN. Marca la casilla que corresponda con la competencia observada en el diseño de tu compañero. Y comenta si es la competencia que actitud/habilidad correcta para cada punto.

Alumno evaluador:		Alumno evaluado:		Comentario evaluador
		Opción 1	Opción 2	
Argumentación Conclusiones		Argumento claro y coherente	Argumento complicado de entender y poco coherente	
		Apoya los argumentos en los resultados obtenidos	No apoya los argumentos en los resultados obtenidos	
		Utiliza conceptos de la asignatura	No utiliza conceptos de la asignatura	
		Reflexiona sobre las implicaciones sociales y/o medioambientales de las conclusiones obtenidas	No reflexiona sobre las implicaciones sociales y/o medioambientales de las conclusiones obtenidas	
Debate conclusiones finales		Comunica de manera clara su opinión	No comunica de forma clara su opinión	
		Escucha y se interesa por las explicaciones de sus compañeros	No escucha y no se interesa por las explicaciones de sus compañeros	
		Explica por qué está a favor o en contra	No explica por qué está a favor o en contra	
		Aporta ideas y críticas	No aporta ideas ni críticas	

Las competencias que se evalúan en esta coevaluación son:

- La *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, ya que los alumnos deben argumentar conclusiones, realizar juicios críticos y/o dar explicaciones basadas en pruebas.
- *Aprender a aprender*, debido a que el alumno es capaz de interactuar con otros alumnos y reconocer otros métodos de trabajo.
- La *Comunicación lingüística*, en la que el alumnado comunica de manera fluida y es capaz de procesar la información recibida.
- Las *Competencias sociales y cívicas*, debido a que los alumnos deben ser capaces de comunicarse de manera constructiva, expresándose y comprendiendo otros puntos de vista.
- La *Conciencia y expresiones culturales*, porque el alumnado debe ser capaz de reflexionar las implicaciones sociales y/o medioambientales que conllevan en muchos casos las conclusiones obtenidas. Este punto es importante, porque en muchos casos el TPI está enfocado a que el alumno recapacite sobre las consecuencias de muchos fenómenos sobre el patrimonio natural o cultural de la comunidad.

4.6. Comunicación

Esta etapa resume todo el trabajo llevado a cabo y sirve para que el alumno explique de manera organizada todo el TPI. Los puntos fuertes relacionados con las competencias clave de este apartado son:

- El alumno utiliza diferentes fuentes de comunicación.
- Resume, organiza, comunica y/o expone la información.

Finalmente, en este punto, que resume todo el TPI, vamos a utilizar la rúbrica. En este punto, como su propio nombre indica vamos a evaluar la comunicación y para ello, lo enfocaremos en la *Comunicación lingüística* y la *Competencia digital*.

Para la evaluación de esta etapa hemos utilizado una rúbrica (tabla 10), que nos permite tener en cuenta diferentes factores de las competencias a evaluar.

En esta rúbrica hemos valorado las siguientes características de cada competencia:

- La *Comunicación lingüística*. Los TPI suelen ir acompañados de un informe donde se resume y explica toda la práctica; y/o de una exposición. Es por ello, que las habilidades y destrezas necesarias para ello, están enfocadas en la capacidad del alumnado en expresarse correctamente semántica, fonológica y discursivamente.
- La *Competencia digital*, son las capacidades que necesita el alumno para llevar a cabo este informe o expositor. Para ello, debe ser capaz de recoger e interpretar correctamente la información. Y además, a de ser capaz de utilizar un soporte adecuado.

Tabla 10.

Rúbrica comunicación TPI

	NIVEL COMPETENCIAL BAJO	NIVEL COMPETENCIAL INTERMEDIO	NIVEL COMPETENCIAL ALTO
Componente lingüístico	Escribe frases inconexas con errores ortográficos.	Escribe frases correctas sin errores ortográficos	Escribe frases con un vocabulario y una semántica superiores a su nivel
	Expone con un lenguaje poco claro e incorrecto	Expone con un lenguaje claro y correcto	Expone con una entonación sugerente y motivadora
Componente discursivo	Su discurso es desestructurado y complejo	Su discurso es estructurado y conciso	Su discurso es elocuente y convincente
Gestión información	No sabe utilizar herramientas de búsqueda de información	Utiliza herramientas de búsqueda de información de manera eficaz	Utiliza herramientas de búsqueda de información de manera sobresaliente
	No interpreta correctamente la información obtenida	Interpreta correctamente la información obtenida	Analiza, coteja y evalúa la información obtenida
Creación de contenidos	Los contenidos tienen un formato poco adecuado	Los contenidos tienen un formato adecuado	Los contenidos tienen un formato original y cautivador

4.7. Criterios de aplicación

Una vez definidos los puntos fuertes de cada etapa para la adquisición de las competencias clave, y elaborados los diferentes instrumentos de evaluación de las mismas. En este apartado, se define cuales son los criterios que se consideran importantes mencionar para aplicar estos instrumentos evaluativos. Por un lado, esta propuesta no está diseñada para llevar a cabo todo el paquete de instrumentos evaluativos a la vez. Si no, para que el profesor, según su necesidad, escoja aquellos puntos que quiere evaluar competencialmente de su TPI, y para ello utilice los instrumentos propuestos por este trabajo. Como ejemplo, en el anexo, en el TPI que hemos elaborado, solo se ha evaluado con los instrumentos propuestos, las etapas de: recogida de datos, planteamiento de explicaciones y comprobación/evaluación de las explicaciones. Aunque sin ningún problema se podrían haber añadido el resto de instrumentos (por ejemplo, la rúbrica de comunicación para corregir los dossiers del alumnado).

Esto es así, debido a que como ya se ha comentado a lo largo de este trabajo, los TPI pueden variar mucho de unos a otros. Y las necesidades de evaluación de las competencias clave también variaran según el TPI propuesto. Por ejemplo, en un TPI en el que ya viene definido el procedimiento y el material a utilizar, no será necesario llevar a cabo la autoevaluación propuesta. Por otro lado, también es importante, el número de alumnos, la agenda de trabajo del profesor, el tiempo disponible,... ya que, todo ello, puede permitir o no, evaluar más pormenorizadamente las competencias clave, utilizando un mayor o menor número de estos instrumentos.

En resumen, estos instrumentos están diseñados para poder utilizarlos de manera conjunta o separada según las necesidades del profesor.

5. CONCLUSIONES

A partir de este trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- **Los trabajos prácticos de investigación son una herramienta indispensable en las aulas de ciencias.** El proceso de enseñanza/aprendizaje ha evolucionado hacia un modelo más constructivista, y se ha hecho evidente la necesidad de disminuir la carga conceptual en detrimento de la procedimental y actitudinal. Para ello, el profesorado debe modificar el método de enseñanza, dando prioridad a la autonomía del alumno, y quedando el profesor, como guía del proceso. Para esto, herramientas como el TPI, permiten en el aula de ciencias, que el alumno interactúe en situaciones contextualizadas con hechos científicos y de manera más autónoma los relacione con modelos teóricos.
- **Los TPI, en la mayoría de los casos, no se implementan correctamente.** En la actualidad, la bibliografía demuestra que en la mayoría de los casos los TPI no se implementan correctamente, por lo que no se consiguen los objetivos fijados. Por lo que es necesario, que el profesorado adquiera un modelo efectivo en las aulas, teniendo en cuenta las características que los hacen idóneos para el proceso de enseñanza/aprendizaje.
- **Un alumnado competente en ciencias debe poseer una actitud y unas habilidades específicas.** La legislación española, define siete competencias clave que el alumnado debe poseer al finalizar sus estudios. Estas competencias clave consideran ciertas cualidades necesarias para que los individuos se desarrollen de forma plena social e individualmente. Entre las habilidades y destrezas propuestas por la legislación española, existen algunas que definen el perfil de un

individuo científicamente competente. Éstas están relacionadas con las características propias de un buen científico.

- **Los TPI presentan unas características, que los hacen idóneos para la adquisición de competencias clave.** El alumnado utiliza procedimientos propios de la investigación científica, contextualizados en un método científico escolar. Esto les permite, desarrollar habilidades y destrezas propias de un científico. Pero además, este aprendizaje significativo, permite desarrollar de manera más amplia el resto de competencias clave. Es interesante destacar, que a parte de la *Competencia matemática y competencias clave de ciencia y tecnología*, las competencias clave que más se pueden promover con este tipo de trabajos son las competencias de *Aprender a aprender* y *Comunicación lingüística*.
- **Existen instrumentos evaluativos que nos permiten comprobar si el alumnado adquiere competencias clave a partir de los TPI.** Frente al gran número de autores que afirman que los TPI no se desarrollan correctamente, existe la posibilidad de evaluar si realmente el alumnado consigue implementar las competencias clave que el profesorado ha propuesto, a partir de herramientas evaluativas. Y corregirlos, en el caso que sea necesario.

6. REFERENCIAS

- Anderson, R. D. (2002). *Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry*. Journal of Science Teacher Education, 13(1), pp. 1-12.
- Ausubel, D.P.; Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa*. Mexico: Trillas.
- Ayuso, E., Banet, E. y Abellán, T. (1996). *Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: ¿resolución de problemas o realización de ejercicios?*. Enseñanza de las ciencias, 14 (2), pp. 127 - 142.
- Banchi, H. y Bell, R. (2008). *The many levels of inquiry*. Science and Children. October 2008, pp. 26-29.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión*. Enseñanza de las Ciencias, 14 (3), pp. 365 – 379.
- Caamaño, A. (2004). *Experiencias y experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones. ¿Una clasificación útil para los trabajos prácticos?*. Alambique Didáctica de las ciencias experimentales, 39, pp. 8 - 19.
- Caamaño, A. (2012). *¿Cómo introducir la indagación en el aula?* Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, nº70, 83-91.
- Cabrera Rodríguez, G.T. (2004). *La resolución de trabajos prácticos como problemas*. Soportes audiovisuales e informáticos. Serie tesis doctorales. I.S.B.N.: 84-7756-600-3.
- CNIIE (2013). *Reflexión sobre las competencias básicas y su relación con el currículo*. Ministerio de educación, Cultura y Deporte. ISBN Ibd: 978-84-369-5467-8.
- Cordon Aranda, R. (2008). *Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la educación secundaria obligatoria: análisis de la situación, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

- Decreto 34/2015, de 15 de mayo, por el cual se establece el currículum de la educación secundaria obligatoria en les Illes Balears (BOIB núm.73, de 16/05/2015)
- Del Carmen, L. (2000) *Los trabajos prácticos. En: Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy, España: Marfil, S. A., 2000.
- Demir, A. y Abell, S. K. (2010). *Views of Inquiry: Mismatches Between Views of Science Education Faculty and Students of an Alternative Certification Program*. Journal of Research in Science Teaching, 47(6), pp. 716-741.
- Díaz, J. y Jiménez, M.L.(1999). *Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase*. Alambique, nº 20, pp. 9-16.
- Driver, R. (1988). *Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias*. Enseñanza de las ciencias, 6 (2), pp. 109 – 120.
- Garrido, A., Couso, D. (2013). *La competencia de uso de pruebas científicas: Qué dimensiones de la competencia se promueven en las actividades de aula de ciencias?*. Revista Enseñanza de las ciencias. Número extra 2013, 1507-1512. ISSN: 0212-4521
- Gil Pérez, D. (1991): *¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?* Enseñanza de las Ciencias, 9(1), 69-77.
- Hernández-Millán, G.; Irazoque-Palazuelos, G. y López-Villa, N.M. (2012). *¿Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos*. Educación química, 23 (núm. extraord. 1), 101-111, 2012. Publicado en línea el 13 de enero de 2012, ISSNE 1870-8404.
- Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. Enseñanza de las ciencias, 12 (3), pp. 299 – 313.
- Hodson, D. (1996). *Practical work in school science: exploring some directions for change*. International Journal of Science Education, 18 (7), pp. 755 – 760.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N i Espinet, M. (1999). *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares en ciencias experimentales*. Enseñanza de las Ciencias, vol.17, nº1, pp. 45-59.

- Lemke, J.L. (2002). *Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones*. En: La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica. Montse Benlloch. Paidós, pp. 159-185.
- Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (BOE núm. 295, de 04/05/2006).
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE núm. 106, de 10/12/2013).
- Martins, I. (2002). *Aprender a llevar a cabo una investigación en los primeros años de escolaridad*. Aula de innovación educativa, nº113-114, pp.17-17.
- Miguens, M. y Garrett, R. M. (1991). *Prácticas en la Enseñanza de las Ciencias. Problemas y Posibilidades*. Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas. 1991, 9 (3), pp. 229-236.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (BOE núm.25, de 29/01/2015)
- Osborne, R.J. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Narcea.
- Sanmartí, N., Márquez, C. y García, P. (2002). *Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencia*. Aula de innovación educativa, 113-114, pp. 8-14.
- Simarro, C.; Couso, D. y Pinto, R, (2013). *Indagació basada en la modelització: un marc per al treball pràctic*. Ciències. Reflexions i recerques sobre l'ensenyament de les ciències, 25, pp. 35-43.
- Talesnick, I. (1993). *El discreto encanto de la química*, Ciudad de México, México: Facultad de Química UNAM.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Driver, R. (1983). *The pupil as Scientist?*. Milton Keynes: OUP.
- Fensham, P. J. (2004). *Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education*, en Janiuk, R.M. y Samonek-Miciuk, E. (ed.). *Science and Technology Education for a Diverse World-dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Skłodowska University Press.
- Garrett, R.M. y Roberts, I. F. (1982). *Demonstration Vs. small group practical work in Science Education: a critical review of studies since 1900*. *Studies in Science Education*. 9, pp. 109-146.
- Gárritz, A. i Irazoque, G. (2004). *El trabajo práctico integrado con la resolución de problemas*. Alambique. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº5, 67-76.
- Geli, A.M. (1995). *La evaluación de los trabajos prácticos*. [Versión electrónica]. *Revista Alambique* 4.
- Jiménez, M.P., Albadalejo, C. i Caamaño, A. (1992). *Curso de actualización científica y didáctica: Ciencias de la naturaleza*. Madrid. MEC.
- Perrenoud, Ph. (2001). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.

8. ANEXOS

Anexo 1
Carpeta del Profesor

Trabajo práctico de investigación: VIDA EN LA COCINA

A partir de esta práctica se pretende que el alumno compruebe que existen microorganismos presentes en la vida diaria, y que su crecimiento depende de factores extrínsecos que el ser humano, a través de su conocimiento, puede controlar para su propio beneficio.

Los **objetivos generales** y las **competencias clave** que se pretenden desarrollar en esta práctica se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 1.
Relación de los objetivos principales y las competencias clave del trabajo práctico

OBJETIVOS GENERALES	COMPETENCIAS						
	CL	CM	AA	SE	CD	CS	CE
1. Descubrir la importancia de los microorganismos en la alimentación.		✓	✓			✓	✓
2. Diseñar y gestionar una investigación para resolver un problema de la vida cotidiana.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Reconocer los factores externos que influyen en el crecimiento de los microorganismos y su utilidad en la seguridad alimentaria.		✓	✓	✓		✓	
4. Consensuar conclusiones para obtener información más completa.	✓	✓	✓	✓		✓	

Leyenda. CL: Comunicación lingüística, CM: Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología, AA: Aprender a aprender, SE: Sentido iniciativa y espíritu emprendedor, CD: Competencia digital, CS: Competencia social y cívica y CE: Conciencia y expresiones culturales.

Los **contenidos conceptuales**, están basados en la asignatura de 3º de ESO, *Biología y Geología*, en los bloques 3 (La biodiversidad en el planeta tierra), 4 (Las personas y la salud. Promoción de la salud) y 7 (Proyecto de investigación). Se tratan conceptos sobre los seres vivos que nos rodean, en este caso los reinos Monera y Hongos. También, la importancia de la alimentación para la salud, desde los microorganismos, con un enfoque basado en conceptos sobre la elaboración y la seguridad alimentaria. Además el alumno se familiariza con conceptos propios del método científico, tales como hipótesis inicial, procedimiento,...

La **metodología** de este trabajo comienza con la exposición por parte del profesor a todo el alumnado de los objetivos del trabajo y los criterios de evaluación. A partir de aquí, se formaran parejas y se les entregará el Dossier 1

(cada alumno dispone de su propio Dossier 1). En este, se introduce el fenómeno a investigar, y las pautas que debe seguir la pareja para llevar a cabo la investigación. Toda la información generada por la pareja, se debe anotar en sendos dossiers. Una vez realizado el experimento, se les entregará el Dossier 2, en este momento, los alumnos trabajaran individualmente. Para el debate de la actividad 7 se formarán grupos de 4 personas, de distintas parejas de trabajo. Una vez concluida la práctica, se entregarán ambos Dossiers al profesor, el cual los valorará como el informe de prácticas de cada alumno.

El trabajo práctico de investigación se dividirá en 4 sesiones: una primera sesión en la que se presenta el problema, y se diseña el experimento, una segunda sesión en la que se lleva a cabo el experimento y se recogen los datos, una tercera sesión, en casa, en la que el alumno hace una búsqueda bibliográfica y amplía el modelo teórico central y una cuarta sesión en la que se debate con el grupo de clase y se extraen conclusiones. En la tabla 2 se resumen las sesiones.

Tabla 2.
Resumen sesiones

Sesión 1	Dossier 1	Aula
Sesión 2	Dossier 1	Laboratorio
Sesión 3	Dossier 1 y 2	Casa
Sesión 4	Dossier 2	Aula

Los **evaluación** del trabajo es a partir de la información generada en los dossiers por parte del alumnado, para ello, se pretende que el alumno alcance los objetivos generales; y la evaluación de las competencias clave presentadas junto con los objetivos generales. Para estas últimas, se tendrá en cuenta la coevaluación de los alumnos de la actividad 7, junto con las herramientas de evaluación de las competencias propuestas en el Dossier-guía del Profesor que se presenta a continuación.

DOSSIER-GUÍA PROFESORADO

1. Descubre el problema. Una vez revisada toda la información. ¿Cuál crees que ha sido el problema en ambos casos? En grupos de dos, definir el problema, qué cuestión debéis resolver para poder hacer un pan muy esponjoso. Anota la pregunta investigable en el recuadro de abajo.

a) Es importante que para describir el problema que el alumno tenga en cuenta:

1. Las variables: la temperatura, el tiempo, los ingredientes, y el método. Y sea capaz de reconocer, cuál de ellas varía con respecto a la receta original en cada caso.

2. Levadura es un ser vivo que crece y necesita una temperatura óptima para crecer y sobrevivir.

3. Relacionar el dióxido de carbono generado por la levadura con las burbujas del pan que le dan la esponjosidad.

b) ¿Cuál es el rango de temperatura para el crecimiento óptimo de la levadura? // ¿A qué temperatura crece la levadura? → El profesor puede guiar al alumno, explicando que en algunos casos (bajas temperaturas) los microorganismos crecen, pero lo hacen más lentamente y lo que se pretende en este trabajo es conseguir un pan esponjoso con un crecimiento elevado de la levadura.

2. Plantea tu investigación. Para ello, junto con tu compañero, diseña un experimento para resolver esta cuestión. Antes, anota en el siguiente recuadro, en qué os basáis para hacer vuestro diseño, es decir, vuestra HIPÓTESIS INICIAL.

“La levadura crece a una temperatura cálida, inferior a 45°C y superior a 5°C. A mayor crecimiento de la levadura, mayor cantidad de dióxido de carbono, es decir mayor número de burbujas en la masa del pan. De esta manera se consigue un pan más esponjoso”

Antes de diseñarlo, tened en cuenta que el material disponible en el laboratorio es el siguiente:

En este punto el listado del material disponible, permite al profesor variar el nivel de dificultad del experimento, ya que dependiendo de los materiales que proponga el profesorado, el alumno puede desarrollar diferentes procedimientos con diferentes niveles de dificultad.

En este caso, con los materiales propuestos (no todos los materiales son necesarios para la realización de la práctica) se pretende realizar un TPI de dificultad intermedia.

Procedimiento:

1. Depositar hielo en una cubitera
2. Colocar dos erlenmeyers con 100ml de agua cada uno en su interior.
3. Extraer uno de los erlenmeyers cuando la temperatura del agua sea entre 10-12°C y dejar que el otro llegue a una temperatura inferior a los 5°C.
4. Calentar agua tibia (22°C) en una cubeta.
5. Calentar agua a diferentes temperaturas (45°C-35°C-25°C) con el calentador de agua.
6. Colocar el agua en erlenmeyers de 100ml ordenada según las diferentes temperaturas, en el interior de la cubeta con agua tibia.
7. Disolver dos cucharadas de levadura fresca en los cinco erlenmeyers.
8. Añadir y mezclar dos cucharadas de azúcar en los 5 erlenmeyers.
9. Ordenar los erlenmeyers, según su temperatura, en la mesa de trabajo (los erlenmeyers con agua caliente se mantendrán en la cubeta para no perder el calor).
10. Colocarles un globo en la boca del matraz.
11. Dejar reposar 5 minutos.

Material:

Cubitera, erlenmeyers, embudos, termómetro, calentador agua, cubeta, cuchara, globo, cronómetro, agua, levadura y azúcar.

Nota: No se recomienda que la levadura y el azúcar se pongan por peso en el procedimiento, porque se necesita mucho tiempo y perdemos la gradación de calor de los erlenmeyers.

3. Manos a la obra. Realiza una tabla para anotar los resultados obtenidos en vuestro experimento.

Para la evaluación de las competencias clave en el desarrollo del experimento se utilizará la siguiente tabla de observación:

	Si/No
1. Manipula el material con cuidado y destreza	
2. Es organizado y responsable	
3. Reconoce los diferentes tipos de medida y los aplica correctamente	
4. Es riguroso a la hora de anotar los resultados observados	
5. Utiliza diferentes soportes para gestionar la información	
6. Trabaja de forma cooperativa	

A la hora de recoger los datos, es importante que el alumno sea capaz de realizar una tabla en la que organice correctamente los resultados. En este trabajo práctico en cuestión los resultados no son cuantificables con escalas de medición, por lo que se pretende que el alumno sea capaz de cuantificar los resultados a partir de una estimación objetiva. De esta manera promovemos que los alumnos adquieran competencias enfocadas a la vida cotidiana donde los resultados de muchas acciones no son cuantificables a partir de mediciones sino que se debe estimar una valoración objetiva.

4. Analiza los resultados. ¿A partir de los resultados, qué conclusiones puedes sacar?

“La temperatura óptima de crecimiento de la levadura está entre 35°C y 15°C. A temperaturas superiores o iguales a 45°C la levadura muere y a temperaturas inferiores o iguales a 5°C ralentiza su crecimiento. A 25°C es cuando el crecimiento es mayor, y por lo tanto se liberará una mayor cantidad de dióxido de carbono. Es por ello, que el tratamiento de la levadura a 25°C para la fabricación de pan implica conseguir un pan más esponjoso.”

5. El saber no ocupa lugar. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un microorganismo que se utiliza en la industria alimentaria para obtener alimentos como el pan, pero existen otros microorganismos presentes en los alimentos, que no son beneficiosos y los pueden degradar, o incluso pueden ser patógenos para el ser humano. Describe cuáles son los métodos que se utilizan en la cocina de tu casa para que los alimentos sean inocuos y no se degraden fácilmente. ¿En qué se basan estos métodos?.

“Enfriar en nevera → el frío ralentiza el crecimiento de los microorganismos.

Congelar en el congelador → el frío frena el crecimiento de los microorganismos.

Calentar con fogones o con el horno → el calor destruye los microorganismos.

Alimentos enlatados → la falta de O₂ destruye a los microorganismos.

Alimentos al vacío → la falta de O₂ destruye a los microorganismos.

Alimentos en salmuera → la concentración de sal deshidrata y destruye a los microorganismos.

Etc.”

En este punto es importante que el profesor guíe al alumno hacia métodos que no estén basados en la temperatura para la destrucción o disminución del crecimiento de microorganismos.

6. Entonces. Como has podido comprobar en tu cocina, no sólo la temperatura es importante para el crecimiento o supervivencia de microorganismos en los alimentos. A través de una búsqueda bibliográfica, anota las principales técnicas que se utilizan en la industria alimentaria para que los alimentos sean seguros. ¿Qué tienen en cuenta para que no crezcan microorganismos?

“Deshidratación, liofilización, pasteurización,...” En este punto el alumno debe relacionar los métodos con los factores que afectan a la supervivencia y/o crecimiento de los seres vivos. Y comprobar la importancia de reconocer las características que influyen en el

crecimiento y supervivencia de los microorganismos para asegurar una alimentación segura.

Para la evaluación de las competencias clave de las actividades 4, 5 y 6 se utilizará la siguiente rúbrica:

	NIVEL COMPETENCIAL BAJO	NIVEL COMPETENCIAL INTERMEDIO	NIVEL COMPETENCIAL ALTO
Gestión de los resultados	Utiliza los resultados obtenidos sin organizarlos ni resumirlos	Organiza los resultados de manera lógica, pero no es capaz de resumirlos según los más relevantes	Organiza y resume los resultados teniendo en cuenta los datos más relevantes
Explicación de los resultados	Comprende los principios básicos, pero no los conceptos científicos.	Comprende los principios básicos y los conceptos científicos	Comprende los principios básicos y los conceptos científicos y establece relaciones entre ellos
Relación de las interpretaciones obtenidas del problema inicial con las respuestas a las preguntas de ampliación	Las interpretaciones del problema inicial son locales y no es capaz de relacionarlas con situaciones similares	A partir de las interpretaciones del problema inicial es capaz de explicar las situaciones similares propuestas	A partir de las interpretaciones del problema inicial es capaz de explicar las situaciones similares propuestas y predecir nuevas situaciones.
Elaboración de conclusiones	Emite conclusiones argumentativamente desestructuradas y con un lenguaje poco formal	Emite conclusiones bien argumentadas y con un lenguaje formal	Emite conclusiones bien argumentadas y con un lenguaje científico técnico apropiado.

7. Debate tus hallazgos. Un buen científico, cuando realiza un descubrimiento relevante, informa a la comunidad científica sobre sus hallazgos, para que así sus colegas le puedan aportar ideas o corregir posibles errores. Por ello, comparte las respuestas de las preguntas 4 y 5 con el resto de compañeros. Debate los resultados y llega a un consenso con el grupo de clase para obtener la respuesta más completa de cada una de ellas.

Para la evaluación de este punto se tiene la coevaluación propuesta en el dossier del alumnado.

8. Finalmente. ¿Qué consejos les darías a Madigan y Martinko para preparar un pan esponjoso, a partir de la receta del panadero?

Este punto, es para que el alumno comprenda la utilidad del trabajo de investigación realizado, que le permite resolver problemas de la vida diaria a partir de una actitud científica.

Es importante que el alumnado al responder tenga en cuenta los análisis realizados y las conclusiones extraídas.

Anexo 2

Dossier 1 del Alumnado

DOSSIER ALUMNADO 1

Nombre Alumno: _____

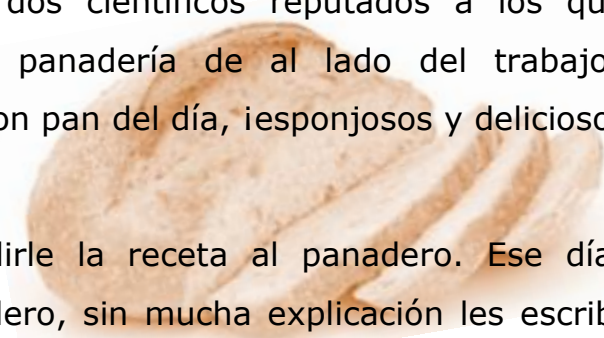
Nombre compañero de práctica: _____

Fecha: _____

Vida en la cocina

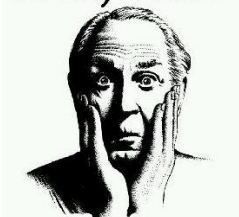
Madigan y Martinko son dos científicos reputados a los que les encanta merendar en la panadería de al lado del trabajo. Allí preparan unos bocadillos con pan del día, esponjosos y deliciosos!

Una mañana deciden pedirle la receta al panadero. Ese día hay mucho trabajo, y el panadero, sin mucha explicación les escribe los ingredientes y la temperatura del horno. Y Madigan y Martinko se van orgullosos a casa a preparar cada uno su propio pan.



750 g Harina de trigo	220° C
20 g Levadura fresca	40 min
½ cucharadita de sal	
450 ml de agua tibia	

Oh, no!



A la mañana siguiente, ambos llegan al trabajo desilusionados, la receta ha sido un fiasco, el pan no les ha salido!



Pero, como buenos científicos que son, les pica la curiosidad y quieren investigar qué es lo que ha fallado. Bajan a la panadería y hablan con el panadero. De la conversación, anotan la siguiente información:

Receta completa del panadero:

1. Tamizar la harina con la sal.
2. Disolver la levadura en el agua templada (no más de 40°C), y dejar reposar 15 minutos.
3. Mezclar la harina con la levadura disuelta en el agua.
4. Amasar enérgicamente durante 15-20 minutos.
5. Dar forma a la masa, colocar sobre una tabla y tapar con un lienzo fino.
6. Dejar reposar a temperatura cálida durante 45-50 minutos.
7. Introducir el pan en el horno, previamente calentado a 220°C, durante 40 minutos. ¡Y listo!

En este punto Madigan ha disuelto la levadura en agua a 45°C durante 15 minutos.



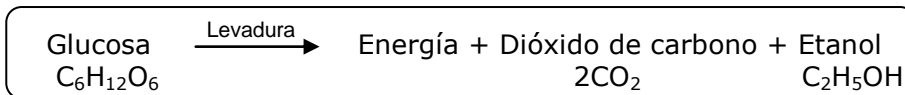
En este punto Martinko ha reposado la masa 45 minutos en la nevera.



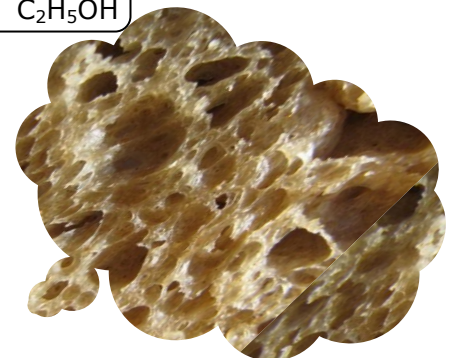
Al comprobar las anotaciones, ambos exclaman a la vez:

¡NO HEMOS TENIDO EN CUENTA A LOS MICROORGANISMOS!

Madigan y Martinko saben que las levaduras son microorganismos que a partir de la fermentación transforman hidratos de carbono como el almidón o el azúcar en dióxido de carbono y etanol (alcohol):



En el caso del pan, el dióxido de carbono se transforma en burbujas en el interior de la masa, y le dan esa esponjosidad característica. Mientras que el etanol se evapora en el ambiente.



Vamos a investigar

1. DESCUBRE EL PROBLEMA. Una vez revisada toda la información. ¿Cuál crees que ha sido el problema en ambos casos? En grupos de dos definid el problema. ¿Qué cuestión debéis resolver para poder hacer un pan muy esponjoso? Anota la pregunta investigable en el recuadro de abajo.



2. PLANTEA TU INVESTIGACIÓN. Para ello, junto con tu compañero, diseña un experimento para resolver esta cuestión. Antes, anota en el siguiente recuadro, en qué os basáis para hacer vuestro diseño, es decir, vuestra HIPÓTESIS INICIAL.

Antes de diseñarlo, tened en cuenta que el material disponible en el laboratorio es el siguiente:

Tubos de ensayo	Placas Petri	Pipeta Pasteur	
Cronómetro	Termómetro	Globos	
Cubitera	Papel de filtro	Calentador	agua
Balanza	Agua	Espátulas	
Embudo	Vaso de precipitados	Cubetas	

Además de los siguientes ingredientes: Harina, azúcar y levadura fresca.

The worksheet consists of two large rounded rectangular boxes. The left box is titled 'PROCEDIMIENTO' and has a speech bubble above it asking '¿Cómo lo haréis?'. The right box is titled 'MATERIAL' and has a speech bubble above it asking '¿Qué necesitáis?'.

3. MANOS A LA OBRA. Realiza una tabla para anotar los resultados obtenidos en vuestro experimento.

A large empty rectangular box provided for students to draw a table and record their experimental results.


Anexo 3

Dossier 2 del Alumnado

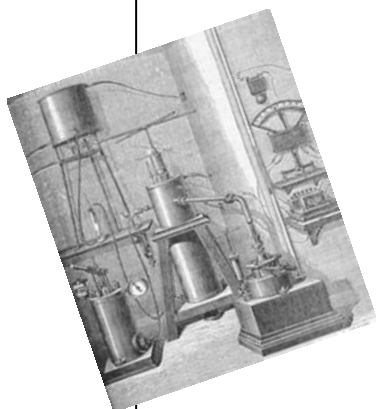
DOSSIER ALUMNADO 2

4. ANALIZA LOS RESULTADOS. ¿A partir de los resultados, qué conclusiones puedes sacar?

5. EL SABER NO OCUPA LUGAR. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un microorganismo que se utiliza en la industria alimentaria para obtener alimentos como el pan, pero existen otros microorganismos presentes en los alimentos, que no son beneficiosos y los pueden degradar, o incluso pueden ser patógenos para el ser humano. Describe cuáles son los métodos que se utilizan en la cocina de tu casa para que los alimentos sean inocuos y no se degraden fácilmente. ¿En qué se basan estos métodos?.



6. ENTONCES. Como has podido comprobar en tu cocina, no sólo la temperatura es importante para el crecimiento o supervivencia de microorganismos en los alimentos. A través de una búsqueda bibliográfica, anota las principales técnicas que se utilizan en la industria alimentaria para que los alimentos sean seguros. ¿Qué tienen en cuenta para que no crezcan microorganismos?



7. DEBATE TUS HALLAZGOS. Un buen científico, cuando realiza un descubrimiento relevante, informa a la comunidad científica sobre sus hallazgos, para que así sus colegas le puedan aportar ideas o corregir posibles errores. Por ello, comparte las respuestas de las preguntas 4 y 5 con el resto de compañeros. Debate los resultados y llega a un consenso con el grupo de clase para obtener la respuesta más completa de cada una de ellas.



Evalúa las competencias de tu compañero en el debate propuesto a partir de la siguiente tabla. Marca la casilla que corresponda y comenta tu decisión. Para ello, intercambia tu dossier con el alumno con el que vas a realizar la coevaluación, de manera que los resultados de tu evaluación queden en tu dossier.

Alumno evaluador:

	Opción 1	Opción 2	Comentario evaluador
Argumentación Conclusiones	Argumento claro y coherente	Argumento complicado de entender y poco coherente	
	Apoya los argumentos en los resultados obtenidos	No apoya los argumentos en los resultados obtenidos	
	Utiliza conceptos de la asignatura	No utiliza conceptos de la asignatura	
	Reflexiona sobre las conclusiones obtenidas	No reflexiona sobre las conclusiones obtenidas	
Debate conclusiones finales	Comunica de manera clara su opinión	No comunica de forma clara su opinión	
	Escucha y se interesa por las explicaciones de sus compañeros	No escucha y no se interesa por las explicaciones de sus compañeros	
	Explica por qué está a favor o en contra	No explica por qué está a favor o en contra	
	Aporta ideas y críticas	No aporta ideas ni críticas	

Las conclusiones son...

8. FINALMENTE... ¿Qué consejos les darías a Madigan y Martinko para preparar un pan esponjoso, a partir de la receta del panadero?