

# Evaluación de la competencia de indagación científica de los bachilleres

Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N.

*Grup LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències)*

*Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona.*

[cferres@hotmail.com](mailto:cferres@hotmail.com)

## RESUMEN

En algunas comunidades los bachilleres realizan un Trabajo de Investigación (TI) del que escogen tema y objetivos. Por los alumnos están poco o nada habituados a las prácticas de indagación. Ello puede comportar que muestren un nivel bajo de competencia científica. ¿Cuáles son sus capacidades para aplicar la metodología propia de la indagación científica? ¿Podemos diseñar instrumentos de evaluación de procesos de indagación para dar una medida de los niveles de competencia alcanzados? Explicamos el proceso de diseño de un instrumento de evaluación con esta finalidad y que se ha aplicado al análisis de TI realizados por bachilleres de un instituto de Catalunya. Por sus características, y a pesar de estar concebido para evaluar datos cualitativos, este instrumento posibilita una valoración cuantitativa y ha demostrado elevada coincidencia entre correctores. Su aplicación ha permitido determinar de qué son capaces y qué dificultades muestran los bachilleres en la realización de indagación.

## Palabras clave

Palabras clave: competencia, indagación, evaluación, trabajos de investigación

## INTRODUCCIÓN

Desde el curso 1997-98, con el “nuevo bachillerato”, los estudiantes de este nivel educativo deben realizar un trabajo de investigación en algunas comunidades. Además, la participación en los concursos que incentivan la investigación de los estudiantes pone de manifiesto que no es excepcional que los profesores propongan este tipo de actividades a sus alumnos. Estas realidades permiten afirmar que, aunque no habitual, la utilización de la indagación en las actividades escolares constituye un elemento de innovación y progreso hacia modelos de didáctica de las ciencias no centrados exclusivamente en la transmisión de conocimientos y que persiguen los objetivos del enfoque competencial de la enseñanza. Los alumnos suelen mostrar dificultades en la realización de trabajos de indagación, dado que la indagación como modelo didáctico no es el modelo de referencia en las clases en nuestro país y pocas veces se plantean a los alumnos auténticas actividades de indagación. Interesa determinar cuáles son estas dificultades. La evaluación objetiva de estos trabajos de investigación plantea un reto. Tamir, Nussinovitz y Friedler (1982) propusieron el PTAI o *Practical Test Assessment Inventory* con la finalidad de valorar la capacidad de los alumnos en la comprensión y aplicación de actividades prácticas. Nosotros proponemos un

instrumento de evaluación de los trabajos de investigación de los alumnos, el “nuevo PTAI” o NPTAI, explicamos su proceso de elaboración y presentamos los resultados obtenidos en su aplicación a la evaluación de los trabajos de un grupo de bachilleres. También planteamos la utilización de un segundo instrumento de evaluación, el NC, que puede aplicarse al análisis de resultados obtenidos con el NPTAI, y que ofrece una determinación de los niveles de competencia de indagación de los alumnos.

## **FUNDAMENTACIÓN Y REFERENCIAS: LA INDAGACIÓN EN LAS AULAS**

La indagación es en la actualidad uno de los temas más debatidos en la didáctica de las ciencias. Como explican Olson y Loucks-Horsley (2000), el término indagación es utilizado en dos sentidos diferentes en la didáctica de las ciencias. La indagación puede plantearse como objeto de aprendizaje (aprender a hacer ciencia y aprender sobre ciencia) o como modelo didáctico (aprender ciencia por medio de la indagación). En nuestro trabajo nos referimos a la indagación como objeto de aprendizaje. Podemos afirmar que hay un consenso generalizado en relación con el hecho de considerar la importancia de la indagación como objeto de enseñanza de las ciencias: para aprender ciencia, para entender la ciencia, no basta con conocer sus leyes, conceptos y modelos, puesto que es igualmente importante conocer sus métodos y comprender que la ciencia no es un conjunto de conocimientos estático sino que se cuestiona constantemente estos modelos en un proceso dinámico de permanente indagación.

### **Indagación y competencia científica**

En la descripción de la indagación es habitual hacer referencia a la competencia científica. El concepto de competencia es una de las novedades de los paradigmas actuales de la enseñanza. En la última década del siglo XX el informe Delors (1996) inspiró las propuestas de la OCDE que aconsejan este nuevo enfoque del aprendizaje. El programa DeSeCo (OCDE, 2002) define y selecciona las competencias básicas, una de ellas la competencia científica. La introducción del enfoque competencial implica una nueva manera de definir las intenciones educativas e incorpora la importancia de la funcionalidad, es decir, de la capacidad de usar el conocimiento para actuar sobre la realidad, la integración de los diferentes contenidos y la utilización del saber en diferentes contextos. Utilizando terminología actual, podemos decir que la indagación es una de las capacidades de la competencia científica. Según la nomenclatura propuesta por Cañal (2012), la competencia científica tiene cuatro dimensiones: conceptual, metodológica (capacidad para diferenciar la ciencia del conocimiento vulgar, para identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación, para obtener información relevante para la investigación, capacidad para procesar la información obtenida y capacidad para formular conclusiones argumentadas), actitudinal e integrada. De acuerdo con esta nomenclatura podemos decir que la indagación corresponde a la dimensión metodológica de la competencia científica.

### **Los trabajos de indagación de los alumnos y sus dificultades**

En nuestro entorno educativo la metodología que aplicamos los profesores en el aula está bastante alejada de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación: como afirma Fernández-López (2011), una parte fundamental del currículum está centrada en enseñar ideas de la ciencia sin incorporar ideas sobre la ciencia, relativas a cómo se ha obtenido este conocimiento. Pero hay otra cuestión que preocupa: ¿qué características tienen los procesos de indagación que se proponen en las clases de ciencias? Millar (2009) se pregunta si es efectivo el tipo de trabajos prácticos que los profesores

planteamos en las aulas. El autor cita a Hodson para enfatizar el problema “*Hodson (1991) claims that: ‘as practiced in many countries, it is ill-conceived, confused and unproductive’ (p. 176). Perhaps a key phrase here is ‘as practiced’. Is the kind of practical work we use, and the way we use it, effective in developing students’ knowledge and skills? It does not seem sensible to ask this question about practical work in general. Practical activities differ considerably in what they ask students to do and what they are trying to teach. If we are interested in the effectiveness of practical work, we really have to consider specific practical activities that we use, or plan to use*”. Como ya constataron hace tiempo Tamir y Garcia (1992), en nuestro entorno pocas veces se proponen a los alumnos verdaderas actividades de investigación en las cuales tengan que trabajar como lo haría un científico. Una de las pocas ocasiones en las que se promueve que así se haga es en los trabajos de final de ciclo, como es el caso del TI.Grau (1994), citando a diversos autores que han constatado la existencia de dificultades en el alumnado para realizar investigaciones, comenta que el origen de las dificultades es diverso pero que la mayoría de autores se refieren a dificultades relacionadas con el grado de autonomía del diseño, que se incrementan cuando se cede el diseño y el control de las operaciones a los alumnos, como es el caso que estudiamos. En los trabajos prácticos investigativos, que podemos considerar procesos de indagación, habitualmente se espera que los alumnos sigan las etapas de planteamiento de problemas investigables, obtención de información, formulación de hipótesis, diseño experimental para contrastar dichas hipótesis, realización del proceso experimental o de observación y obtención de datos, procesamiento de los resultados, contrastación con las hipótesis y la información inicial y obtención de conclusiones argumentadas. En la línea de las reflexiones y propuestas de Windschitl (2008) y de Nuffield Foundation, (2013) consideramos de gran importancia evitar las simplificaciones que puede suponer una aplicación mecánica y generalizada del denominado “Método Científico” y por ello hemos tomado como referente el MBI o indagación basada en modelos.

### **Instrumentos de evaluación de los trabajos de indagación**

La naturaleza de los trabajos prácticos investigativos plantea un reto importante para el profesorado cuando debe evaluarlos. El PTAI, propuesto por Tamir, Nussinovitz y Friedler (1982), que tomamos como referencia porque se adapta a los objetivos que nos planteamos, consta de veintiuna categorías con sus respectivas rúbricas para cada una de ellas, y aborda tanto aspectos de comprensión de los procesos de indagación como la identificación de problemas investigables y la capacidad de formular hipótesis o de identificar las variables de un diseño experimental, como aspectos más procedimentales de determinación de habilidades prácticas muy específicas.

## **METODOLOGÍA**

### **Preguntas de investigación**

¿Cuáles son las capacidades y dificultades de los bachilleres para aplicar la metodología propia de la indagación científica?

¿Podemos diseñar instrumentos de evaluación de procesos de indagación científica para dar una medida de los niveles de competencia alcanzados?

### **Cómo se ha diseñado el NPTAI y qué características tiene?**

El PTAI ha sido el referente fundamental para elaborar el instrumento de análisis que proponemos. La denominación de NPTAI del instrumento que diseñamos reconoce esta

fuelle. El NPTAI, que muestra la tabla 1, se ha diseñado con el objetivo de valorar las habilidades específicas relacionadas con la comprensión de los pasos de un proceso de indagación y consta de siete categorías: capacidad de plantear preguntas adecuadas, formular hipótesis, proponer estrategias y metodología de recogida de datos, identificar las variables del proceso experimental, recogida y tratamiento de datos, análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas. Esta reducción del número de categorías es la diferencia básica entre el PTAI y el NPTAI, así como la utilidad para la que se diseña, que se circunscribe a los procesos generales, sin contemplar habilidades procedimentales específicas. Se trata de un instrumento de evaluación de datos cualitativos y permite normalizar esta evaluación y aumentar su objetividad y fiabilidad, con una elevada coincidencia en los resultados cuando es aplicado por diversos correctores independientes. Como se comprueba en su descripción, aún tratándose de un instrumento de valoración de datos cualitativos (como son los trabajos de investigación de los alumnos), permite dar resultados cuantitativos. Por ejemplo, en relación a la categoría “formulación de hipótesis”, la rúbrica que proponemos para distinguir los distintos niveles o citas al evaluar es la siguiente:

- No plantea hipótesis o hace propuestas que no son hipótesis científicas
- Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos de la indagación.
- Formula hipótesis ambiguas o confunde hipótesis y problemas.
- Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación.
- Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación y las describe con relación a un modelo.

La lectura de los códigos propuestos en la rúbrica pone en evidencia que constituye una secuencia de gradación ascendente, desde la incapacidad hasta la capacidad más refinada de formulación de hipótesis con relación a un modelo. Por este motivo decimos que se trata de códigos jerarquizados. Y ello permite que el mismo estudiante se autoevalúe o que le evalúen sus pares o un profesor en un proceso de evaluación formativa o sumativa y también otorgar una calificación numérica, de 0 a 4. La observación del instrumento NPTAI permite determinar que un trabajo de indagación de máxima corrección o excelencia consigue una calificación de 20, que resulta de la suma de puntuaciones de las jerarquías de nivel superior de las siete categorías. Observamos, pues, que el instrumento de análisis de datos cualitativos, como son los relacionados con la realización del trabajo de investigación de bachillerato, nos permite obtener datos cuantitativos.

### **El instrumento NC, un instrumento de análisis de resultados**

El NPTAI posibilita, con los resultados de su aplicación, utilizar un nuevo instrumento, de análisis de resultados, que denominamos NC y que nos permite clasificar a los alumnos en función de su competencia científica. Los Niveles de Competencia de indagación de los alumnos (NC) que proponemos se muestran en la Figura 2. Para establecerlos se determinan cinco intervalos de valoraciones cuantitativas. Estos intervalos se han establecido a partir del análisis de las capacidades y dificultades y contienen un significado en relación a la capacidad de indagación. Los cinco niveles van del nivel superior, correspondiente a los alumnos que tienen un buen dominio de los procesos que sigue la indagación, hasta el nivel de menor jerarquía que evidencia un gran desconocimiento de los procesos de indagación.

### **Aplicación de los instrumentos NPTAI i NC**

### **Contexto, características de la investigación y metodología**

La investigación didáctica se ha realizado analizando los trabajos de un grupo de 25 bachilleres, de la modalidad científica, de un instituto de Gerona, el curso 2012-2013. Cada alumno resumió, en un cuestionario pautado, las características de su TI. También respondió una cuestión abierta: ¿En qué consiste un proceso de indagación científica? La información se completó con la asistencia a las presentaciones orales que los bachilleres hacen ante un tribunal evaluador.

0	No identifica problemas o no plantea problemas de investigación o plantea problemas inabordables	<b>IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS o FORMULACIÓN DE PREGUNTAS</b>
1	Plantea problemas poco importantes o con formulación ambigua o genérica o mal formulados	
2	Identifica problemas de investigación o plantea problemas adecuados y concreta interrogantes	
0	No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido	<b>FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS</b>
1	Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos de la investigación	
2	Formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o confunde hipótesis y problemas	
3	Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación	
4	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describe con referencia al modelo	
0	No hay o no propone diseño experimental o lo hay pero no lo identifica	<b>PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN</b>
1	El diseño experimental no permite comprobar las hipótesis	
2	Los procedimientos de investigación sólo permiten una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni control	
3	El diseño experimental ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explicita controles o el control es incompleto o inadecuado o descripción incompleta del diseño	
4	El diseño experimental ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, propone réplicas y hay control adecuado	
0	El procedimiento no contempla variables	<b>IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b> VI Variable Independiente VD Variable dependiente
1	No identifica ni VI ni VD o no sabe concretar VI y VD	
2	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis	
3	Identifica VI y VD pero de manera incompleta o imprecisa	
4	Identifica VI y VD y encajan con las hipótesis	
0	No ha recogido datos de investigación	<b>RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS</b>
1	Procesamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados, cálculos de porcentajes que comparan poblaciones no equiparables	
2	Buen procesamiento de los datos de investigación	
0	Análisis y razonamientos no fundamentados en los datos	<b>ANÁLISIS DE DATOS/ OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES ARGUMENTADAS</b>
1	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos no fiables, "simplista"...	
2	Análisis de datos bien fundamentado	
0	No sabe describir los pasos del proceso de indagación: errores o respuestas muy incompletas	<b>METAREFLEXIÓN</b>
1	Descripción incompleta de los pasos del proceso de indagación/o con confusión de conceptos	
2	Buena descripción del proceso de indagación	

Tabla 1. NPTAI, instrumento de evaluación de trabajos de investigación

Las respuestas a los cuestionarios se analizaron aplicando el NPTAI. Posteriormente se aplicó el instrumento de análisis de resultados NC. El proceso fue realizado independientemente por dos profesores, que mostraron coincidencia de casi el 100%; las escasas discrepancias se abordaron conjuntamente para consensuar criterios de análisis.

<b>INDAGADOR (17-20)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes, algunas veces con formulación ambigua</li> <li>▪ Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación</li> <li>▪ Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y controles</li> <li>▪ Identifica VI y VD, algunas veces de manera incompleta o imprecisa</li> <li>▪ Reflexión: Hace una buena descripción del proceso de investigación</li> </ul>
<b>INDAGADOR INSEGURO (13-16)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes</li> <li>▪ Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación</li> <li>▪ Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, casi siempre con réplicas y controles y algunas veces con una descripción incompleta del diseño experimental</li> <li>▪ No identifica las variables, no sabe concretar VI y VD o confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con la hipótesis</li> <li>▪ Reflexión: Hace una descripción incompleta de los pasos del proceso de investigación y/o con confusión de conceptos</li> </ul>
<b>INDAGADOR INCIPIENTE (9-12)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Déficits en dos o tres categorías de “Identificación de problemas investigables”, “Formulación de hipótesis”, “Identificación de variables”</li> <li>▪ Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero con déficits en réplicas y controles</li> <li>▪ Reflexión: hace una descripción incompleta de los pasos del proceso de investigación y/o con confusión de conceptos</li> </ul>
<b>PRECIENTÍFICO (6-8)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas</li> <li>▪ Formula hipótesis ambiguas, con errores de lógica, mal formuladas, o confunde hipótesis y problema</li> <li>▪ Planifica un diseño experimental que sólo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles</li> <li>▪ No identifica VI ni VD</li> <li>▪ Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos</li> </ul>
<b>ACIENTÍFICO (0-5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No identifica problemas o plantea problemas inabordables o los plantea con formulación ambigua</li> <li>▪ No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido o sin relación con el problema</li> <li>▪ No propone diseño experimental o hay diseño experimental pero no lo identifica o el diseño sólo permite una comprobación parcial</li> <li>▪ El procedimiento no contempla variables o no las identifica o no las sabe concretar</li> <li>▪ No sabe describir los pasos de un proceso de indagación: errores, tautologías</li> <li>▪ Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos</li> </ul>

*Figura 2. NC: Instrumento de análisis de los resultados obtenidos utilizando el NPTAI y que permite determinar los Niveles de Competencia de Indagación de los alumnos*

### **Resultados del análisis con el instrumento NPTAI y interpretación**

Tan solo uno de cada dos alumnos ha identificado un problema de investigación para abordar su TI y lo ha planteado concretando interrogantes. Uno de cada cuatro formula hipótesis sin relación con el problema planteado o no identifica hipótesis. Algunos de los alumnos que han planteado buenos problemas de investigación, formulan hipótesis ambiguas, o ilógicas, o confunden problemas y hipótesis. Considerando los dos procesos, de planteamiento de problemas y formulación de hipótesis, sólo uno de cada tres alumnos plantea problemas adecuados y formula hipótesis que encajan con dichos problemas. Uno de cada dos alumnos propone una planificación que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis pero sólo en la mitad de los casos propone, además, réplicas y controles. Se reduce a uno de cada cuatro la proporción de alumnos que proponen un diseño experimental excelente. Es habitual que los procedimientos de investigación propuestos permitan sólo una comprobación parcial de las hipótesis. Es en la categoría de identificación de variables donde se detectan las mayores dificultades. No es infrecuente que alumnos que han hecho una indagación bien planteada, con una base teórica sólida, recogida de datos bien planificada y análisis adecuado de los resultados, con elaboración de conclusiones bien fundamentadas en evidencias, no sepan identificar las variables de su propia investigación. En el proceso de meta reflexión en relación a la investigación que han realizado, diez de los veinticinco alumnos no son capaces de describir su proceso de indagación y trece lo describen de manera incompleta o con confusiones. El hecho que casi el 40% de los alumnos ni tan solo haga referencia a que el paso inicial de una indagación consiste en plantear problemas investigables evidencia una reflexión pobre sobre estos procesos. La referencia a la formulación de hipótesis en relación al problema por parte de menos del 40% de los bachilleres confirma esta valoración.

### ***Análisis de resultados con el instrumento NC***

Siete de los alumnos, el 30%, tienen un buen nivel de competencia de indagación, que calificamos de indagador o de indagador inseguro. Más del 40% muestra un nivel de indagación bajo, incipiente o pre científico. Más del 20%, ha evidenciado un nivel de competencia casi nulo, que calificamos de acientífico, en la realización de su trabajo.

### **CONCLUSIONES**

Disponer de un instrumento de análisis de datos cualitativos que permite dar resultados cuantitativos, es de utilidad en los procesos de evaluación de las actividades de indagación escolares. Además, es útil en el asesoramiento de estos trabajos por parte de los profesores, como instrumento de evaluación formativa, puesto que posibilita identificar las dificultades en los procesos de la actividad de indagación y poner en evidencia dónde conviene realizar las intervenciones o determinar qué actividades conviene planificar para mejorar la comprensión de algunos de estos procesos. Es también un instrumento de autoevaluación y/o coevaluación y facilita que los estudiantes reflexionen sobre indagación analizando sus propios procesos o los de sus compañeros. La validación de los instrumentos NPTAI y NC realizada en su proceso de aplicación a la evaluación de los trabajos de investigación de un grupo de bachilleres, ha demostrado una elevada coincidencia entre diversos correctores. Nos interesaba ver cuáles son las capacidades de los bachilleres para aplicar la metodología propia de la indagación científica. La investigación nos ha permitido determinar las dificultades más habituales que plantean estas actividades a los alumnos y establecer distintos niveles de competencia de indagación de los bachilleres. Respeto a las dificultades detectadas podemos comentar que coinciden con las esperadas y son coherentes con la realidad de

la enseñanza de las ciencias más habitual en nuestro entorno, más centrada en la transmisión de conocimientos y en la que los procesos de indagación en el aula son infrecuentes. Grau (1994) apunta a dificultades relacionadas con el grado de autonomía del diseño, que se incrementan cuando se cede el diseño y el control de las operaciones a los alumnos, como es el caso de los TI de bachillerato. Los problemas de metarreflexión identificados constatan, como afirma Lederman (Abd El-Khalick et al., 2004), que los estudiantes no desarrollan comprensión sobre la indagación científica por el simple hecho de “hacer ciencia”: es absolutamente conveniente que los alumnos realicen auténtica indagación, pero no es suficiente.

## BIBLIOGRAFÍA

Abd El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419.

Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. *Idea Clave. El desarrollo de la competencia científica* (1ª ed., pp. 217–239). Barcelona: Graó.

Delors, J. et al. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.

Fernández-López, L. (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas. *Cuaderno de Indagación en el Aula y Competencia Científica* 17– 31. Madrid: Ministerio de Educación.

Grau, R. (1994). ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique*, 27–35.

Millar, R. (2009). *Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI)*. Centre for Innovation and Research in Science Education, Department of Educational Studies, University of York.

Nuffield Foundation. (2013). Model-based inquiry and practical work: an introduction Quick start guide to model-based inquiry, 1–16.

OCDE. (2002). Definition and Selection of Competencies (DeSeCo). [www.oecd.org/dataoecd/48/22/41529556.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/48/22/41529556.pdf)

Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: the National Academy Press

Tamir, P y García, M. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de Las Ciencias*, 10(1), 3–12.

Tamir, P, Nussinovitz, R, Friedler, Y. (1982). The development and use of a Practical Test Assessment Inventory. *Journal of Biological Education*, 16, 42–50.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.

## **AGRADECIMIENTOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2014SGR1492) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU-2012-38022-C02-02)