



**Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas**

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN

(I) Introducción y análisis curricular

Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Málaga



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN
Universidad de Málaga



encic

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

- Definiciones de IBSE
- Formas y dimensiones de IBSE
- Relevancia del IBSE

ANÁLISIS CURRICULAR

- Objetivos educacionales y desarrollo competencial
- Ejemplificación: rúbrica de análisis



Indagación, aprendizaje por indagación, aprendizaje por investigación, inquiry-based learning (IBL) o inquiry-based science Education (IBSE)

“Una actividad polifacética que incluye la observación, la formulación de preguntas, la búsqueda de información en libros y otras fuentes para conocer lo que ya se sabe sobre un tema, el **diseño y planificación de investigaciones**, la revisión de ideas atendiendo a la evidencia experimental disponible, el manejo de herramientas asociadas a la **adquisición, análisis e interpretación de datos**, la **formulación de respuestas, explicaciones y predicciones** y la **comunicación de resultados**. La indagación requiere la identificación de asunciones, la aplicación del pensamiento lógico y crítico y la consideración de explicaciones alternativas.”

(National Research Council, 2000)

CONTEXTUALIZACIÓN

ABP

MODELIZACIÓN

ARGUMENTACIÓN

¿Podemos concretar algo más? (Jiménez-Aleixandre, 1998)

1. Indagación como los procesos lógicos que se usan en el desarrollo y verificación del conocimiento

2. Indagación como una forma (o modo) de aprendizaje

3. Indagación como una metodología de instrucción

Según diferentes autores...

**“Cúmulo de aproximaciones de E-A centradas en el estudiante orientadas por la indagación o la investigación”
(Levy et al., 2010)**

**“Enseñanza que comienza presentando a los estudiantes un reto específico: dato experimental para interpretar, estudio de caso para analizar o problema del mundo real para solucionar”
(Prince & Felder, 2007)**

**“Uso de problemas o tareas como catalizadores para la captación y participación del estudiante”
(Oliver, 2008)**

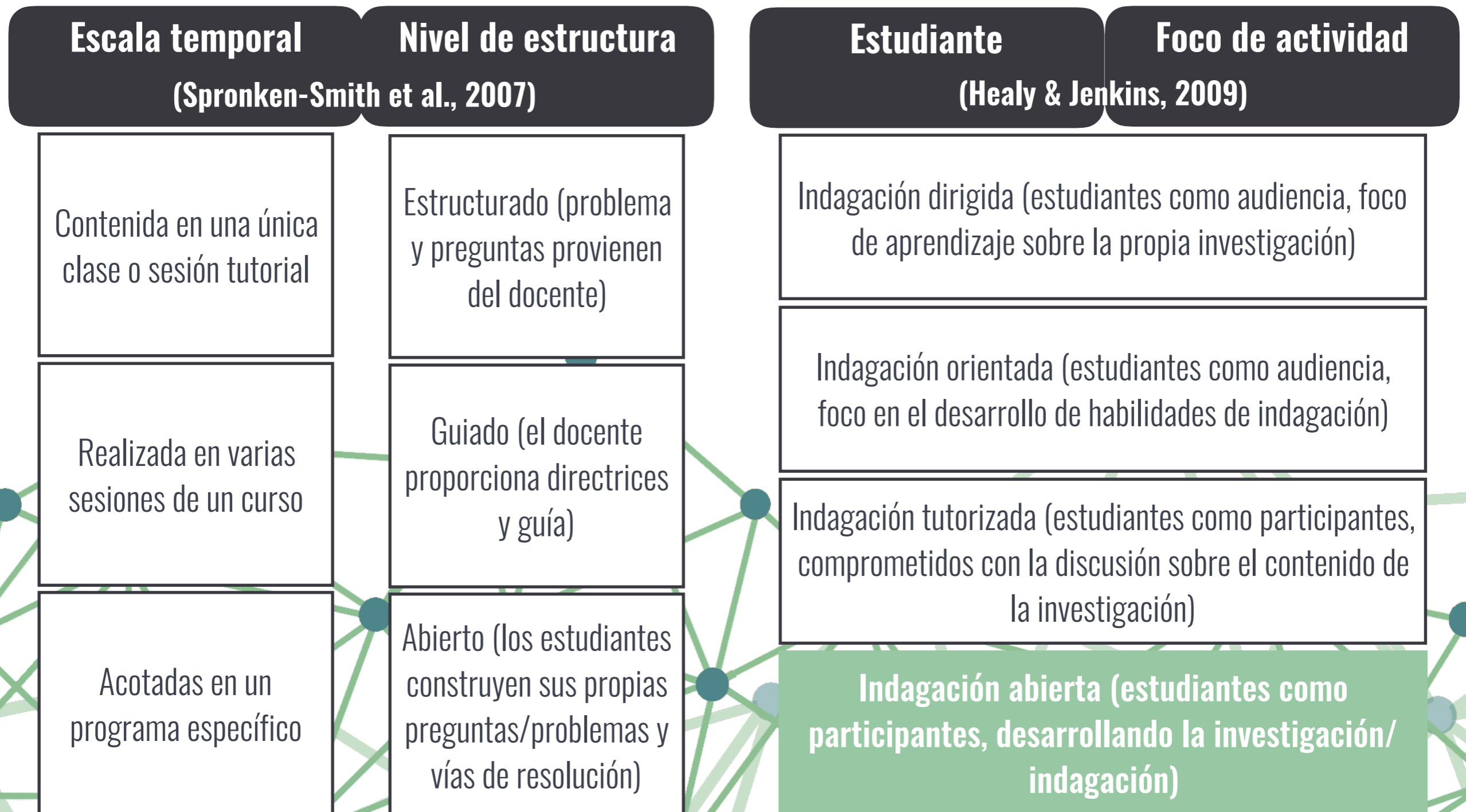
**“Variedad de metodologías de enseñanza que promueven el aprendizaje del estudiante mediante investigaciones guiadas por el instructor, con preguntas centradas en el estudiante”
(Justice et al., 2007)**

**Orientar preguntas
&
resolver problemas**

Clasificación atendiendo a las formas (Aditomo et al., 2013)

	Aprendizaje basado en problemas	Aprendizaje basado en proyectos	Enseñanza basada en estudios de caso
¿Qué origina su estructura?	Comienza con un problema del mundo real sin estructurar, abierto, que necesita ser refinado antes de ser abordado	Comienza con una especificación clara de un producto final, habitualmente tangible	Habitualmente comienza con la narrativa de un caso real para ejemplificar cómo pueden ser aplicados los conceptos/teorías
Procesos característicos	Los estudiantes refinan el problema e identifican qué necesitan conocer y cómo solventar el desconocimiento	Para producir el producto deseado, los estudiantes afrontan "mini-problemas" que necesitan ser solventados	Los estudiantes discuten los casos en grupos, analizando y respondiendo a las preguntas planteadas por el docente
Énfasis pedagógico y propósito	Énfasis en el proceso de resolución del problema; el propósito principal es adquirir nuevo conocimiento	Énfasis en el producto de la actividad; el propósito principal es practicar la aplicación del conocimiento	Énfasis en el proceso de análisis del caso; el propósito principal es adquirir nuevo conocimiento
OTRAS FORMAS	Actividades de laboratorio, tesis y disertaciones, construcción de conocimiento...		

Clasificación atendiendo a las dimensiones (I) (Aditomo et al., 2013)



Clasificación atendiendo a las dimensiones (II) (Aditomo et al., 2013)

Objetivos de aprendizaje (Levy et al., 2010)

Autoría (la indagación busca nuevo conocimiento para dirigir las propias preguntas/problemas de los estudiantes)

Desarrollo (la indagación busca explorar el conocimiento existente sobre las preguntas/problemas de los estudiantes)

Producción (la indagación busca nuevo conocimiento para dirigir las preguntas/problemas planteados por el docente)

Identificación (la indagación explora el conocimiento existente sobre las preguntas/problemas planteados por el docente)

¿Aspectos comunes? (French-Russel, 2002)

Énfasis en los estudiantes como científicos

Predicción de resultados por los estudiantes

Responsabilidad total/parcial del estudiante para hacer hipótesis, diseñar, seleccionar variables, analizar, etc

Comunicación de resultados y conclusiones apoyada en datos recolectados

Resultados incongruentes considerados como una oportunidad para repensar el razonamiento

INICIATIVAS EUROPEAS

PRIMAS

INQUIRE

MASCIL

SAILS

PROFILES

ENGAGE



A nivel nacional (Couso et al. 2011)

Informe ENCIENDE

Recomienda “un replanteamiento de las metodologías de aula hace propuestas donde la indagación y experimentación de cierta duración tengan un papel más importante”.

BENEFICIOS

- Tipología de actividades
- Nivel de guía/grado de autonomía
- Tipo de resultado de aprendizaje medido

Favorece la alfabetización científica

Promueve el interés y motivación por las ciencias

Desarrollo de destrezas de indagación

Efecto moderado sobre aprendizaje de conceptos



Claves para una indagación de calidad

Investigación

Evaluación

Articulación de explicaciones/soluciones

- Contexto
- Motivación y actitudes
- Competencias
- Conocimiento

Criterios para una indagación de calidad (Romero, 2017)

Aspectos	PISA	Indagación de calidad
CONTEXTO	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de transferir conocimiento y habilidades a una amplia variedad de contextos 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de contextos y cuestiones que faciliten el desarrollo de destrezas de investigación y la construcción significativa de conocimiento científico.
MOTIVACIÓN Y ACTITUDES	<ul style="list-style-type: none"> • Interés por la ciencia. • Valoración de la ciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivación e implicación en la investigación de cuestiones científicas. • Apropiación de la “cultura científica”, valoración de la naturaleza de la ciencia
COMPETENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos y pruebas científicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar cuestiones científicas, evaluar ideas alternativas teniendo en cuenta datos y evidencias disponibles y construir explicaciones coherentes (investigar, interpretar, argumentar y modelizar).
COMPETENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Procesual, epistémico y factual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de ciencias (comprensión de ideas científicas) y sobre la ciencia (forma en la que se construye dicho conocimiento).

NIVELES

C O N C E P T U A L	P R O C E D I M E N T A L	M E T A C O G N I T I V O	A F E C T I V O	E P I S T É M I C O	S O C I A L
--	---	---	--------------------------------------	--	----------------------------

- 1 Desarrollar el **conocimiento metacognitivo** (pensamiento crítico, resolución de problemas, etc.) de los estudiantes y sus habilidades de autorregulación del aprendizaje (Justice et al., 2007)
- 2 Desarrollar el **espíritu indagador o capacidad de investigación** que permite a los estudiantes experimentar el proceso de creación de conocimiento (Spronken-Smith et al., 2007)
- 3 Promover en los estudiantes las habilidades de colaboración y comunicación (oral y escrita) (Justice et al., 2007)

Habilidades adquiridas con IBSE (Bybee, 2004)

- Identificar preguntas que puedan ser respondidas mediante una investigación científica.
- Diseñar y conducir investigaciones científicas.
- Usar herramientas y técnicas apropiadas para recabar, analizar e interpretar datos.
- Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso de modelos utilizando las pruebas obtenidas.
- Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre las pruebas obtenidas y la explicación.
- Reconocer y analizar explicaciones y predicciones alternativas.
- Comunicar procedimientos y explicaciones científicas.
- Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación.

I.1. Elementos curriculares

I.1.1. Identificación de objetivos de aprendizaje

I.1.2. Contribución al desarrollo de CC clave

I.1.3. Desarrollo de habilidades de indagación

I.1.4. Profundidad del contenido

I.2. Evaluación de la propuesta

I.2.1. Dificultades de enseñanza-aprendizaje

I.2.2. Desarrollo conceptual

I.2.3. Reflexiones de los estudiantes

I.2.4. Tipo de evaluación

I.2.5. Rol de evaluación



Revista internacional de investigación e innovación educativa

Número 91

06 de julio de 2017

ISSN 2443-9991

Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica

Isabel Llorente¹, Xavier Domènech¹, Neus Ruiz¹, Imma Selga¹, Carles Serra¹, Jordi Domènech-Casal^{1,2}

¹Institut Marta Estrada (Granollers), ²Grup LIEC, Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona
España

Citación: Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., & Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela*, 91, 72-89. Recuperado de <http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/R91/R91-5>

Resumen: Los Proyectos de Investigación son una aproximación didáctica que recoge elementos del Aprendizaje Basado en Proyectos y la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación. Se describe el diseño y aplicación de un “Proyecto de Investigación” con alumnado de 1º de ESO del Instituto de Educación Secundaria Marta Estrada (Granollers) sobre los Ciclos Biogeoquímicos, la Hidrosfera y la Atmósfera. En éste el alumnado organiza y participa como investigador en un Congreso Científico Escolar sobre Contaminación. A partir de los resultados obtenidos en la aplicación, se identifican elementos de importancia en el diseño de Proyectos de Investigación, relativos a la autonomía del alumnado, el papel del contexto y el desarrollo de las dimensiones conceptual, procedimental y epistémica de la Competencia Científica.

Palabras clave: “Indagación”; “Proyectos de Investigación”; “Aprendizaje Basado en Proyectos”; “Competencia Científica”; “Ciencias de la Tierra”.

I. RÚBRICA PARA EL ANÁLISIS CURRICULAR DE LA PROPUESTA DE INDAGACIÓN

Marshall, J. C., Smart, J., & Horton, R. M. (2009). The design and validation of EQUIP: an instrument to assess inquiry-based instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 299-231.

I.1. ELEMENTOS CURRICULARES

PROPIO	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
I.1.1. Identificación de objetivos de aprendizaje	No se especifican los objetivos que se pretendan alcanzar con la propuesta de indagación, ni se vinculan con el currículum.	Los objetivos, no reflejan capacidades relacionadas con la indagación, aunque se vinculan con el currículum en cierto grado.	Los objetivos reflejan alguna de las capacidades que se pretenden, vinculándolos apropiadamente con el currículum.	Los objetivos reflejan claramente las capacidades que se pretenden alcanzar con la propuesta de indagación, vinculándolos apropiadamente con el currículum.
I.1.2. Contribución al desarrollo de CC clave	La propuesta no tiene en cuenta el desarrollo competencial.	La propuesta no refleja el trabajo con cuatro CC clave o lo hace de forma superficial o con menos de dos de ellas.	La propuesta refleja al menos cuatro de las competencias clave.	La propuesta refleja claramente el uso de estrategias de comunicación y TIC (CCL y CD) colaboración (CSC), creatividad (SIE), desarrollo cultural (CEC) y pensamiento crítico (CMCT y CPAA).
I.1.3. Desarrollo de habilidades de indagación	La propuesta no promueve las habilidades de colaboración y comunicación, tampoco potencia el espíritu indagador ni la adquisición	La propuesta promueve las habilidades de colaboración y comunicación, pero no potencia el espíritu indagador ni la adquisición del conocimiento	La propuesta está parcialmente orientada al desarrollo del conocimiento metacognitivo, potenciando el espíritu indagador y promoviendo las	La propuesta está orientada al desarrollo del conocimiento metacognitivo, potenciando el espíritu indagador y promoviendo las habilidades de colaboración y comunicación.
EQUIP - Marshall, Smart & Horton (2009)	Pre-indagación (Nivel 1)	Indagación en desarrollo (Nivel 2)	Indagación competente (Nivel 3)	Indagación ejemplar (Nivel 4)
I.1.4. Profundidad del contenido (C1)	La propuesta proporciona una visión superficial del contenido.	La propuesta proporciona cierta profundidad en el contenido, pero sin establecer conexiones más generales de la temática.	La propuesta proporciona profundidad en el contenido, con alguna conexión significativa a la visión general de la temática.	La propuesta proporciona profundidad en el contenido, con conexiones significativas, claras y explícitas a la visión general de la temática.

I.2. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

EQUIP - Marshall, Smart & Horton (2009)	Pre-indagación (Nivel 1)	Indagación en desarrollo (Nivel 2)	Indagación competente (Nivel 3)	Indagación ejemplar (Nivel 4)
I.2.1. Dificultades de enseñanza-aprendizaje (A1)	La propuesta no evalúa el conocimiento previo de los estudiantes.	La propuesta evalúa el conocimiento previo de los estudiantes pero no modifica la propuesta en base a los resultados.	La propuesta evalúa el conocimiento previo de los estudiantes y modifica parcialmente la propuesta en base a los resultados.	La propuesta evalúa el conocimiento previo de los estudiantes y modifica la propuesta en base a los resultados.
I.2.2. Desarrollo conceptual (A2)	La propuesta promueve el aprendizaje mediante memorización y repetición.	La propuesta promueve actividades de aprendizaje centradas en el producto o la respuesta, con carencia de pensamiento crítico.	La propuesta promueve actividades de aprendizaje orientadas hacia el desarrollo del pensamiento crítico.	La propuesta promueve actividades de aprendizaje orientadas hacia el desarrollo del pensamiento crítico, conectándolo con el aprendizaje de otros conceptos.
I.2.3. Reflexiones de los estudiantes (A3)	La propuesta no alienta a los estudiantes a reflexionar sobre su propio aprendizaje.	La propuesta alienta explícitamente a los estudiantes a reflexionar sobre su aprendizaje, pero solo a un nivel de conocimiento mínimo.	La propuesta alienta explícitamente a los estudiantes a reflexionar sobre su aprendizaje a un nivel de comprensión.	La propuesta alienta constantemente a los estudiantes a reflexionar sobre su aprendizaje en repetidas ocasiones a lo largo de la propuesta, animando a pensar a niveles más complejos.
I.2.4. Tipo de evaluación (A4)	Evaluaciones formales e informales, midiendo sólo el conocimiento objetivo y discreto.	Evaluaciones formales e informales, midiendo la mayoría de los hechos, el conocimiento discreto.	Evaluaciones formales e informales, considerando tanto conocimientos fácticos y discretos como medidas auténticas.	Evaluaciones formales e informales, utilizando medidas auténticas de manera consistente y efectiva.
I.2.5. Rol de evaluación (A5)	Se solicitan respuestas predeterminadas a los estudiantes, que requieren poca explicación o justificación.	Se solicita información a los estudiantes para evaluar la comprensión.	Se solicitan explicaciones a los estudiantes para evaluar la comprensión y luego se ajusta la instrucción de acuerdo a ello.	Se evalúa con frecuencia y de forma efectiva la comprensión del estudiante y se ajusta la instrucción de acuerdo a ello, fomentando la curiosidad.

I.1.1. Identificación de objetivos de aprendizaje

I.1.1

objetivos y en equipo. En la actividad se propuso al alumnado organizar y participar como investigadores en un Congreso Científico Escolar sobre la Contaminación en Capas Fluidas de la Tierra (Atmósfera e Hidrosfera).

I.1.2. Contribución al desarrollo de CC clave

I.1.2

fuertemente anclado a los contenidos y habilidades disciplinares y un “nivel abierto” de trabajo en comisiones auto-gestionadas alrededor de un evento o producto colectivo, centradas en las competencias Aprender a Aprender, Ciudadanía y Autonomía e Iniciativa Personal.

I.1.3. Desarrollo de habilidades de indagación

I.1.3

- 1ª. Diseño del experimento.
- 2ª. Realización del experimento y recogida de muestras.
- 3ª. Elaboración del póster sobre su investigación.

I.1.4. Profundidad del contenido

I.1.4.
PROFUNDIDAD
CONTENIDO

- A.** Del Tema al Contexto. Partiendo del tema de las capas fluidas de la Tierra (Hidrosfera y Atmósfera) identificamos un contexto de creación de conocimiento científico relevante: la realización de un congreso científico sobre contaminación de aire y agua. En este congreso los alumnos presentarían sus investigaciones experimentales, lo que llevó a definir Tareas (hacer experimentos, elaborar un póster, organizar un congreso) y Temas derivados (construir histogramas, hablar en público,...) de distintas materias (Figura 1).

I.2.1. Dificultades de enseñanza-aprendizaje

I.2.1

interdisciplinar. La experiencia actual se llevó a cabo después de varias experiencias anteriores en ABP (Domènech-Casal y Ruiz, 2017, Domènech et al., 2016) y experiencias previas en el uso de dinámicas de comunicación científica para la contextualización de actividades (Domènech-Casal, 2014a, Álvarez et al., 2016), lo que ha implicado un cierto hábito en el alumnado para el trabajo por

I.2.2. Desarrollo conceptual

I.2.2

En cambio, fueron minoría (cerca del 10%) los pósters que en sus conclusiones relacionaban sus resultados con conceptos generales como el ciclo del agua o las fuentes de contaminación ambiental, trabajados durante la secuencia. Están disponibles on line para su consulta varios de los pósters en

I.2.3. Reflexiones de los estudiantes

I.2.3

experimento. En los reviews recogidos a los alumnos, éstos muestran que son capaces de identificar en los pósters de los compañeros los ítems vinculados al tema elegido, aunque sólo en dos de los

I.2.4. Tipo de evaluación

I.2.4


Los alumnos mostraron en su defensa de los pósters un dominio adecuado de términos científicos (Fosfatos, Tratamiento, Conclusión...). Los experimentos desarrollados presentaron un diseño experimental correcto, si bien poco robusto al faltar en muchos casos (aproximadamente en el 40%) réplicas o tratamientos control, si bien consideramos que no son errores graves en ese nivel

I.2.5. Rol de evaluación

I.2.5

- Incorporar más eventos de “modelización” y revisión de las conclusiones, en forma de diálogos en el aula que inviten a ir más allá de la simple constatación de regularidades o datos: “¿Qué significa esto? ¿Cómo podría resolverse? ¿Cuáles son las causas? ¿Cuáles son las consecuencias?”. Esta estrategia ha sido usada con éxito en otras experiencias llevadas a cabo en el centro educativo (Domènech-Casal y Ruiz, 2016). La construcción de maquetas

REFERENCIAS

- 
- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A. M., & Ellis, R. A. (2013). Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. *Studies in Higher Education*, 38, 1239-1258.
- Bybee, R. (2004). Scientific inquiry and science teaching. En: Flick, L. & Lederman, N. (eds). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*, pp. 1-14. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Couso, D., Jiménez, M. P., López-Ruiz, J., Mans, C. et al. (2011). Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas. Madrid: Rubes Editorial.
- French, D., & Russel, C. (2002). Do graduate teaching assistants benefit from teaching inquiry -based laboratories? *Bioscience*, 52, 1036-1041.
- Healey, M., & Jenkins, A. (2009). Developing undergraduate research and inquiry. Research report to the higher education academy. York: Higher Education Academy.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 203-216.
- Justice, C., Rice, J., Warry, W., Inglis, S., Miller, S., & Sammon, S. (2007). Inquiry in higher education: reflections and directions on course design and teaching methods. *Innovation in Higher Education*, 31, 201-214.
- Levy, P., Little, S., Mckinney, P., Nibbs, A., & Wood, J. (2010). *The Sheffield companion to inquiry-based learning*. Brook Hill: Centre for Inquiry-based Learning in the Arts and Social Sciences (CILASS), The University of Sheffield.
- National Research Council [NRC] (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Oliver, R. (2008). Engaging first year students using a web-supported inquiry-based learning setting. *Higher Education*, 55, 285-301.
- Prince, M., & Felder, R. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching*, 36, 14-20.
- Romero, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14, 286-299.
- Spronken-Smith, R., Angelo, T. Matthews, H., O'Steen, B., & Robertson, J. (2007). How effective is inquiry-based learning in linking teaching and learning. Paper presented at the International colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry, April 19-21, in Marwell, Winchester.



**Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas**

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN

Ejemplificación rol docente

Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Málaga



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN

Universidad de Málaga



encic

¿CÓMO ES EL CICLO DE INDAGACIÓN?

Plantearse preguntas

Proponer preguntas,
explicaciones y
predicciones

Planificar
investigaciones

Comunicar resultados

Recoger, analizar e
interpretar datos

Realizar observaciones

Revisar diferentes
fuentes de información

KAYAK

Ciclo

2º ESO

Temporalidad

3 sesiones de aula

INDAGACIÓN GUIADA

Docente aporta la pregunta y alumnado realiza el procedimiento y dan respuesta

OBJETIVOS

Investigar los factores determinantes de la flotabilidad de un cuerpo

CONTENIDOS

BLOQUE 1. La actividad científica

BLOQUE 4. Movimiento y fuerzas

4.13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática, y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos.

COMPETENCIAS

CMCT

CCL

CSC

SIE

CPAA

¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 1. PREPARACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Contextualización

Participación como actividad extraescolar en un campamento de aventuras en el que realizan actividades acuáticas

Plantearse preguntas

¿Cómo influye nuestra posición en nuestra capacidad para no hundirnos?
¿Es importante la forma de la canoa?

Planificación investigación

¿**Hipótesis?** Respuestas que contemplan si creen que la plastilina flotará o se hundirá y los factores que lo condicionan.

¿**Control de variables?** Constante: agua, cantidad de plastilina, recipiente
Variable: forma de la canoa

¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 2. EXPERIMENTACIÓN Y TOMA DE DATOS

Recoger, analizar datos

Revisar diferentes fuentes de información

Realizar observaciones

Los alumnos de 2º del centro vais a hacer una salida a los Peares la semana que viene. Con el fin de estar preparados para hacer kayak queremos determinar si nuestra posición influye en nuestra capacidad para no hundirnos y si la forma de la canoa es importante para que podamos montar en ella sin hundirnos.

Para hacer esto disponemos de plastilina, agua y un recipiente.

¿Cómo podríamos averiguarlo?

¿Qué pasos vamos a seguir?

¿Qué crees que va a pasar?

¿Qué vamos a mantener constante y que vamos a variar?

Constante	Variable

Resultados

Conclusiones

¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Interpretación de resultados

- La plastilina no flota
- La plastilina con forma de canoa flota y aguanta con ocupantes
- La plastilina con forma de persona de pie no flota. La plastilina con forma de muerto sí que flota

Conclusiones y comunicación de resultados

La forma de plastilina sí que influye: la plastilina sin forma se hunde, con forma de canoa no se hunde, y con forma de persona de pie sí que se hunde (mientras que con forma de muerto no se hunde) ?

Proponer preguntas, explicaciones y predicciones

¿Qué ocurriría si empleásemos otro tipo de materiales? ¿Cómo afecta la salinidad del agua?

TABLA PERIÓDICA

3º ESO

6 sesiones de aula

INDAGACIÓN ESTRUCTURADA

Docente aporta la pregunta y el procedimiento y al alumnado la respuesta

OBJETIVOS

Emular el proceso de creación de la TP mediante ciclos de indagación

CONTENIDOS

BLOQUE 1. La actividad científica

BLOQUE 2. Materia

2.8. Interpretar la ordenación de los elementos en la Tabla Periódica y reconocer los más relevantes a partir de sus símbolos.

COMPETENCIAS

CMCT

CCL

CSC

CEE

CPAA

¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 1. PREPARACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Contextualización

Proceso histórico de construcción de la Tabla Periódica

Plantearse preguntas

¿Qué significa cada una de las informaciones que aparecen en las tarjetas?
¿Cómo las ordenarías? ¿Qué tarjetas faltan?

Planificación
investigación

RETOS ESPECÍFICOS

- (1) Tarjetas que permiten formar triadas
- (2) Tarjetas que permiten formar octavas
- (3) Tarjetas que completan las “esquinas” de la TP

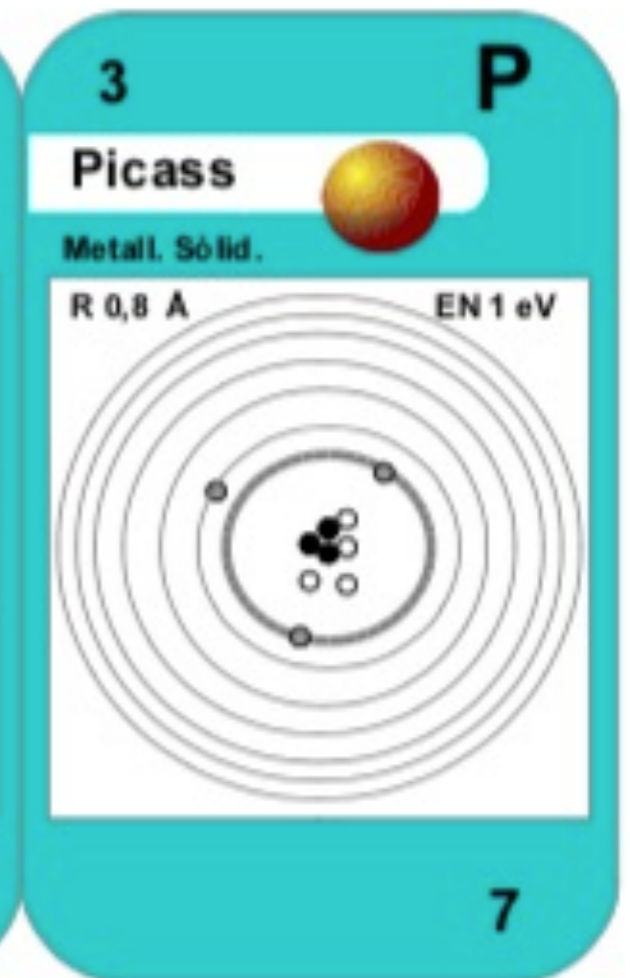
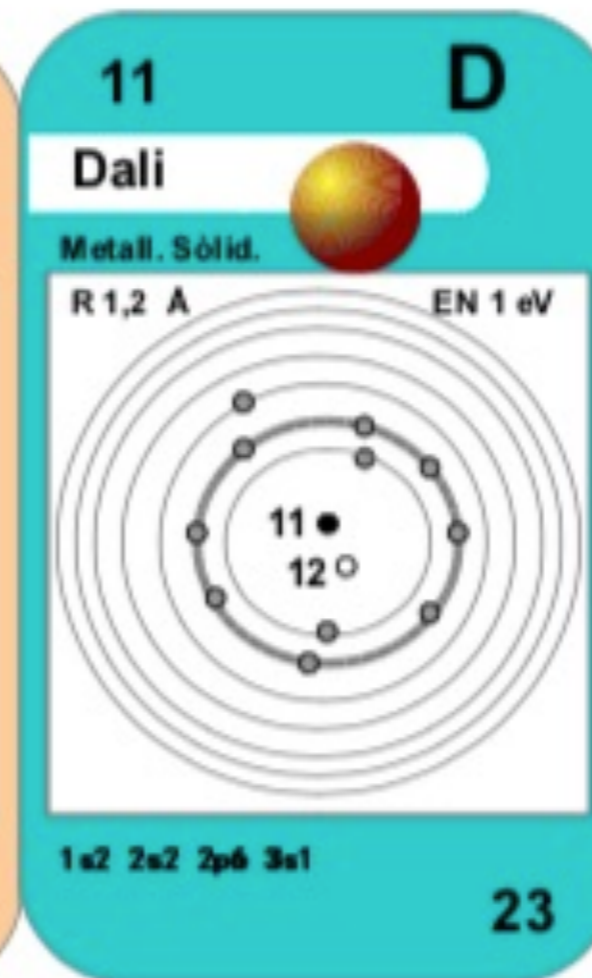
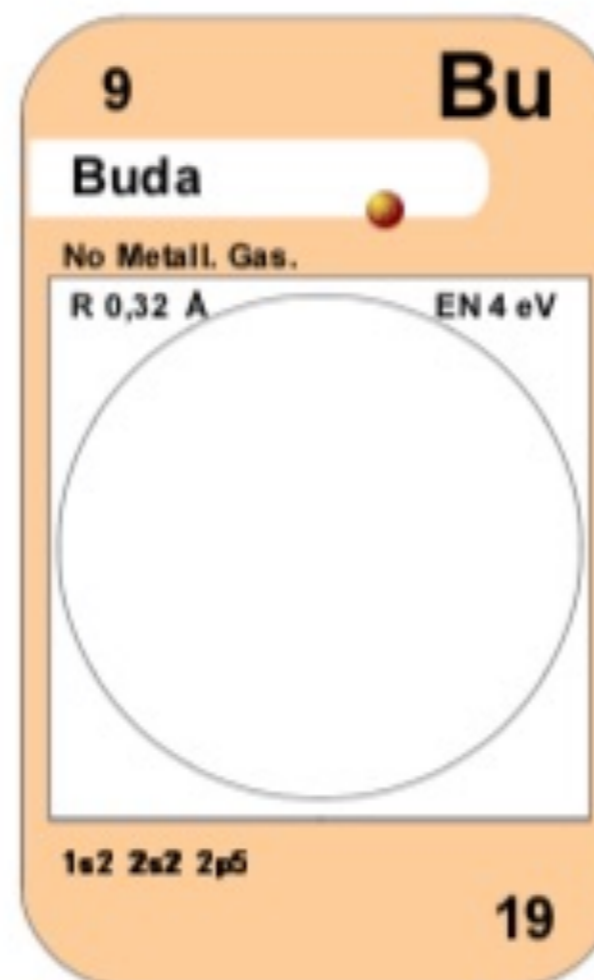
¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 1. PREPARACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Recoger, analizar datos

Revisar diferentes fuentes de información

Realizar observaciones



¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 2. EXPERIMENTACIÓN Y TOMA DE DATOS



¿Cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak?

FASE 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Interpretación de resultados

Diferentes formas de ordenación (vertical, círculo, horizontal...

Conclusiones y comunicación de resultados

CONGRESO CIENTÍFICO

Proponer preguntas, explicaciones y predicciones

Predicciones de las características físicas y químicas de los elementos *desconocidos*

PELOTAS

Ciclo

4º ESO

SALTARINAS

Temporalidad

3 sesiones de aula

OBJETIVOS

Familiarizar al alumnado con la práctica de indagación

CONTENIDOS

BLOQUE 1. La actividad científica

BLOQUE 4. Movimiento y fuerzas

4.10. Comprender que la **caída libre de los cuerpos** y el movimiento orbital son dos manifestaciones de la ley de la gravitación universal.

BLOQUE 5. Energía

5.6. Comprender la limitación que el **fenómeno de la degradación de la energía** supone para la optimización de los procesos de obtención de energía útil en las máquinas térmicas, y el reto tecnológico que supone la mejora del rendimiento de estas para la investigación, la innovación y la empresa.

¿Cuál es la mejor pelota para ganar una competición de saltarinas?

**PROYECTO
CRASH**

Ciclo

ESO

Temporalidad

-

OBJETIVOS

Familiarizar al alumnado con la práctica de indagación

CONTENIDOS

BLOQUE 1. La actividad científica
BLOQUE 4. Movimiento y fuerzas
BLOQUE 5. Energía

¿Cómo trabajan los peritos?

REACCIÓN QUÍMICA

Ciclo

1º BACHILLERATO

Temporalidad

1 sesión de aula

OBJETIVOS

Comprender la reacción química

CONTENIDOS

BLOQUE 1. La actividad científica
BLOQUE 3. Reacciones químicas

¿Cómo puedo obtener ese color?



REFERENCIAS

- Crujeiras-Pérez, C., & Cambeiro, F. (2017). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15, 1201-1209.
- Domènech-Casal, J. (2019) Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, 1201-1203.
- Domènech-Casal, J., Vasco, J., Royo, P., & Vílchez, S. (2018). Proyecto CRASH: enseñando cinemática y dinámica en el contexto del análisis pericias de accidentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15, 2103.
- Moreno-García (2017). Enseñanza de las reacciones químicas en 1º de Bachillerato a través de un enfoque de enseñanza de las ciencias por indagación (Trabajo Final de Máster). Universidad de Almería.
- Otero-Rial, S., & Crujeiras-Pérez, B. (2016). Indagación en el laboratorio de física de secundaria: ¿cuáles serían las mejores condiciones para hacer kayak? *Reidocrea*, 5, 235-246.



**Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas**

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN

(II) Diseño y evaluación

Cristina García-Ruiz, Teresa Lupión-Cobos, Ángel Blanco-López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Málaga



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN

Universidad de Málaga



encic

ÍNDICE

PARTE II

METODOLOGÍA

- Principios de diseño
- Aplicación en el aula de ciencias
- Ejemplificación

EVALUACIÓN

- Consideraciones generales
- Instrumentos de evaluación de indagación
- Transferencia

OTRAS CONSIDERACIONES



Importancia de la pregunta investigable (Sanmartí & Márquez-Bargalló, 2012)

“Una pregunta de investigación bien formulada es más de media investigación; una pregunta bien formulada por quien aprende es más de medio aprendizaje”

REQUERIMIENTOS

CONOCIMIENTO SOBRE LA CIENCIA
(procesos que promueven su génesis)

- Definición y distinción de variables
- Diseño experimental y procesado de datos

CONOCIMIENTO DE LA CIENCIA
(modelos teóricos provisionales que ha generado a lo largo de la humanidad)

- Generación o revisión de conocimientos

TIPOLOGÍA DE ACTIVIDADES

Lectura de textos, visualizado de campañas publicitarias

Actividades relacionadas con la historia de la ciencia

Actividades experimentales

Actividades de papel y lápiz

Ejemplos (Sanmartí & Márquez-Bargalló, 2012)

Lectura de textos

Artículo sobre nuevos retos olímpicos en natación y relación con el diseño de bañadores utilizados

**¿La velocidad es la misma con un bañador normal que con uno nuevo?
¿Cuál de los bañadores flota más?**

Actividades experimentales

¿Cómo comprobarías si la acidez del agua afecta a la germinación de las semillas?

Historia de la ciencia

Estudio del ciclo del agua

**¿Cómo aprovechar mejor el agua de lluvia?
¿Se pueden impedir las inundaciones?**

Actividades de papel y lápiz

Respuestas a ejercicios/cuestiones (PISA)

Modelo de indagación (Donham, 2001)



Metacognición de los estudiantes durante el proceso (Donham, 2001)

Etapa	Dominio cognitivo	Dominio afectivo
PLANIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Formarse una imagen de todo el proceso. • Planificar el proceso completo • Generar ideas sobre el tema 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentirse optimista, aunque todavía preocupado • Comprender que los sentimientos cambiarán durante el proceso
ORIENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas • Generar búsqueda de palabras • Comprender los diferentes patrones de búsqueda 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentirse confundido, dubitativo, enfadado y a veces, amenazado
PROCESADO	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las diferencias entre información relevante y pertinente • Reconocer el impacto potencial en otros 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentirse optimista inicialmente y confiado en sus habilidades para completar la tarea • Sentir cómo aumenta el interés y abrumarse
CREACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar la información • Seleccionar el formato • Crear un nuevos productos de conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentir interés pero también presión por completar el producto
COMUNICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Pensar sobre su audiencia • Responder apropiadamente a su audiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentir interés pero también presión para comunicar
EVALUACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Indicar qué han aprendido sobre el tema (contenido) • Indicar qué han aprendido sobre indagación (proceso) • Indicar por qué es importante (objetivos y propósitos) • Indira qué pueden usar de lo aprendido (transferencia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentir alivio, satisfacción o insatisfacción • Comprender cómo han cambiado los sentimientos durante el proceso • Comprender como lidiar con los cambios

Ciclo de planificación para docentes (Donham, 2001)

10. ¿Cómo determino si ha funcionado?

1. ¿Por dónde empiezo a planificar?

2. ¿Quién trabajará conmigo?

9. ¿Cómo empiezo la indagación?

3. ¿Cómo puedo involucrar al alumnado?

8. ¿Cómo monitorizo la evaluación de la indagación?

4. ¿Cuál será el alcance de nuestra indagación?

7. ¿Qué habilidades y TICs debería usar?

6. ¿Cuándo debería introducir la indagación?

5. ¿Qué recursos serán los mejores?



PRÁCTICAS INVESTIGATIVAS

SEA ENFOQUE INDAGATIVO

TRABAJO INVESTIGACIÓN FINAL ETAPA

(Caamaño, 2012)

Planteamiento del problema

Contextualización

Planificación inicial

Conceptualización y reformulación del problema

Emisión de hipótesis

Planteamiento de métodos y variables significativas

Planificación del método de resolución

VD, VI, nº de medidas, control, precisión

Realización

Montaje experimental, medidas, tratamiento datos

Evaluación del resultado

Valoración y análisis de resultados

Comunicación

Informe y comunicación oral

Etapas de una investigación

Planteamiento del problema

En la fase de planteamiento del problema el profesor plantea y contextualiza el problema que se debe resolver.

Planificación inicial

En la fase de planificación inicial se requiere que los estudiantes conceptualicen el problema y lo reformulen, modelicen la situación, emitan hipótesis, piensen en el método general de resolución del problema planteado y decidan cuáles son las variables significativas que deberán ser medidas. Según la dificultad del problema planteado pueden recibir más o menos ayudas.

Planificación del método de resolución

En esta fase se debe diseñar el procedimiento de contrastación de hipótesis. En el caso de tratarse de una investigación que implique hallar una relación entre variables, los estudiantes, con la ayuda del docente, deben decidir:

- ¿Cuál es la variable dependiente que han de considerar y cuál la variable independiente (la variable que se ha de variar)?
- ¿Cómo puede medirse la variable dependiente?
- ¿Cómo puede variarse y medirse la variable independiente y cuántas medidas deben realizarse, en el caso de que sea una variable continua?
- ¿Cuáles son las variables que se deben controlar, es decir, mantener constantes?
- ¿Con qué precisión deben realizarse las medidas?

Realización

La fase de realización implica el montaje experimental, las medidas y el tratamiento numérico, gráfico o informático de los datos obtenidos. En el caso de una investigación no experimental, implica llevar a cabo el proceso de contrastación de hipótesis por observación, elaboración de encuestas, etc.

Evaluación del resultado

La fase de evaluación consiste en la valoración del resultado o resultados obtenidos y el análisis de su plausibilidad, comparando los resultados obtenidos por los diferentes grupos y con valores de la bibliografía.

Comunicación

La fase de comunicación implica la redacción de un informe sobre la investigación realizada y, siempre que sea posible, comunicación oral.

Ejemplo de aplicación (Adaptado de Harlen, 1998)

Pregunta general

Pregunta investigable

Hipótesis

Diseño del experimento

Materiales

Dibujo

Proceso

Tiempo

Distribución del trabajo en equipo

Pensando sobre el experimento

*¿Qué vamos a medir o comparar?
¿Qué vamos a cambiar?
¿Qué tenemos que dejar siempre igual?
¿Cómo hallaremos el resultado?*

Resultados

Conclusiones

Checklist para la implementación

- Los estudiantes seleccionan temas específicos (por ejemplo, basados en problemas, temas culturales, comparativas, eventos actuales...) dentro de los parámetros establecidos por el docente.
- Los estudiantes desarrollan y apoyan una posición o punto de vista para investigación basada en hipótesis, que puede incluir una acción social que cumpla con los estándares de la comunidad.
- Los estudiantes desarrollan sus conocimientos de fondo generales del tema, realizando una comprensión profunda del mismo a partir de su propio plan de recuperación y procesamiento de información.
- Los estudiantes seleccionan y evalúan cuidadosamente una variedad de recursos.
- Los estudiantes trabajan cooperativamente para monitorizar la comprensión y sensibilidades del tema.
- A los estudiantes se les enseñan específicamente, según sea necesario, habilidades para leer y evaluar textos informativos complejos.
- Los estudiantes usan guías de búsqueda apropiadamente.
- Los estudiantes usan Internet, con guía e instrucción.
- Los estudiantes realizan entrevistas de una manera apropiada y ética (incluida la consideración de privacidad y confidencialidad).
- Los estudiantes registran información usando las estrategias más apropiadas para tomar notas.
- Los estudiantes crean un informe o presentación basado en las pautas desarrolladas en la fase de planificación y en respuesta a las necesidades e intereses de la audiencia prevista.
- Los estudiantes usan la tecnología de manera apropiada y creativa para mejorar sus presentaciones e informes.
- Los estudiantes comparten su informe / proyecto final con grupos más grandes, con otras clases, en la comunidad y / o con la familia.
- El maestro identifica y comparte los criterios de evaluación para el proceso y el producto.
- Los estudiantes participan en el establecimiento de criterios de evaluación para el proceso y el producto.
- Los estudiantes proporcionan una autoevaluación adecuada y una evaluación por pares del producto final y el proceso de consulta.
- Los estudiantes monitorizan y adaptan sus propias habilidades y estrategias de investigación durante el proceso.
- El docente monitoriza el progreso al final de cada clase.
- Los estudiantes hablan sobre lo que salió bien y lo que fue un desafío.

Algunos consejos para la práctica indagativa...

- Enfoca la indagación con entusiasmo
- Admite que la indagación implica lo inesperado para ti y tu alumnado
- Modela el modelo de indagación en tu docencia (muestra y explica)
- Utiliza el lenguaje de indagación
- Facilita el proceso: discute, aclara, apoya y monitoriza
- Evalúa el proceso (y haz que realmente cuente)
- Usa la tecnología para hacer lo que de otra forma sería imposible
- Establece un tiempo específico para el aprendizaje basado en indagación

Aspectos clave

Los estudiantes tendrán más éxito en la indagación cuando el docente brinde, en el contexto de las actividades en el aula, oportunidades para:

Reflexionar sobre sus tablas KWL (lo que sé, lo que quiero saber, lo que aprendí) y hablar/escribir sobre el proceso de indagación y sus productos

Leer sus diarios personales y reflexionar sobre ellos

Escribir/dibujar síntesis de sus actividades

Utilizar una rúbrica y una lista de verificación para evaluar sus productos y procesos

Aspectos clave

Durante y en el contexto de la actividad de indagación, es importante proporcionar al alumnado oportunidades para:

RETOMAR LA LLUVIA DE IDEAS ORIGINAL, LAS PREGUNTAS Y PROBLEMAS PARA EXAMINAR EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

EXAMINAR EL PROCESO DE INDAGACIÓN DEL ALUMNADO COMPLETANDO UN DIAGRAMA DE FLUJO

REFLEXIONAR SOBRE LAS INTERACCIONES DE CLASE Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE COMPRENSIÓN E INDAGACIÓN

EVALUAR EL ÉXITO DEL PROCESO DE INDAGACIÓN, USANDO LOS CRITERIOS DESARROLLADOS PARA ELLO

Consejos

Mantener los criterios y proceso de evaluación predeterminados

Evaluar el producto final como parte de todo el proceso de indagación

Usar una rúbrica independiente para la evaluación de cada instrumento

Evaluación del alumnado

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE INDAGACIÓN
(rúbrica NPTAI)

EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS
(rúbrica, test o examen)

EVALUACIÓN DE LAS HABILIDADES Y ACTITUDES
(rúbrica, test o actividad de desarrollo)

AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN
(diagrama de flujo o rúbrica)

Evaluación docente

EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE
(rúbrica)

Evaluación del producto (Ferrés, Marbà & Sanmartí, 2015)

IV. RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN					
Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A., & Sanmartí-Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> , 12, 22-37.					
IV.1. EVALUACIÓN Y DISEÑO DE INDAGACIÓN					
NPTAI - Ferrés, Marbà & Sanmartí (2015)	Acientífico (0)	Precientífico (1)	Indagador incipiente (2)	Indagador inseguro (3)	Indagador (4)
IV.1.1. Identificación de problemas investigables	No identifica problemas o no plantea problemas o plantea problemas inabordables.	Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formuladas.	Déficits en identificación de problemas de investigación y concreción de interrogantes.	Identifica problemas de investigación adecuados y concreta interrogantes.	Identifica problemas de investigación adecuados y concreta interrogantes.
IV.1.2. Formulación de hipótesis	No identifica la hipótesis.	Estable hipótesis sin relación con el problema o genéricas.	Estable hipótesis ambiguas, con errores, o simples predicciones.	Establece hipótesis acordes con el problema y sugiere variables, pero imprecisas.	Establece hipótesis adecuadas, en forma de deducción y descritas con relación a conceptos o modelos.
IV.1.3. Identificación de variables	El diseño debería contemplar variables y no las tiene en cuenta.	No identifica ni VI ni VD o no las sabe concretar a pesar de haberlas considerado en el diseño.	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis formuladas.	Identifica VI y VD pero de manera inconcreta o imprecisa.	Identifica y define VI y VD apropiadas, que encajan con las hipótesis.
IV.1.4. Planificación de la investigación	No hay o no propone diseño experimental o metodológico o lo hay pero no lo identifica.	El diseño metodológico no permite comprobar las hipótesis.	El diseño metodológico solo permite una comprobación parcial de la hipótesis.	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explicita controles o el control es incompleto o descripción incompleta del	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y control.
IV.1.5. Recogida y procesamiento de datos	No ha recogido datos de investigación; ni los ha generado en experimentos u observaciones ni los ha obtenido de fuentes de datos.	Recogida de datos incompleta, con falta de precisión, o con déficits en la aplicación de técnicas y medidas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados y cálculos con incorrecciones.	Recogida de datos con errores o imprecisiones o que muestra falta de comprensión de los procedimientos y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis testadas, pero con tratamiento adecuado de los datos y la representación gráfica.	Recogida de datos metódica, con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, que aportan datos relacionados con las hipótesis, con buen tratamiento matemático y gráfico, pero sin réplicas y con control insuficiente.	Recogida de datos metódica, adecuada y suficiente con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, buen tratamiento matemático y gráfico de los datos, y con réplicas y controles.
IV.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS CIENTÍFICAMENTE					
NPTAI - Ferrés, Marbà & Sanmartí (2015)	Acientífico (0)	Precientífico (1)	Indagador incipiente (2)	Indagador inseguro (3)	Indagador (4)
IV.2.1. Análisis de datos y obtención de conclusiones	Sin análisis de datos.	Análisis deficiente y conclusiones no fundamentadas en datos.	Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos. No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas.	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos poco fiables, "simplista"...	Análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas. Coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas.
IV.3. EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS CIENTÍFICAMENTE					
NPTAI - Ferrés, Marbà & Sanmartí (2015)	Acientífico (0)	Precientífico (1)	Indagador incipiente (2)	Indagador inseguro (3)	Indagador (4)
IV.3.1. Metarreflexión	No sabe describir las características de los procesos de indagación: errores, tautologías.	No sabe describir las características de los procesos de indagación científica o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos o ideas puramente inductivistas.	Descripción incompleta de características de un proceso de indagación o con confusión de conceptos, ideas puramente inductivistas y poca o nula referencia a conceptos científicos.	Descripción incompleta de características de un proceso de indagación o con confusión de conceptos, ideas puramente inductivistas y poca o nula referencia a conceptos científicos.	Buena descripción de los procesos de indagación, con referencia a conceptos científicos tanto para formular hipótesis como en el análisis de datos y la argumentación de conclusiones, que no surgen simplemente de procesos de inducción.

Evaluación de actitudes y habilidades (Crujeiras y Cambeiro, 2017)

Dimensión	Niveles de desempeño		
	2	1	0
Preparación	Planifica la investigación pero tiene dificultades para identificar las variables	Planifica la investigación pero tiene dificultades para identificar las variables y establecer un procedimiento	No planifica la investigación
Experimentación y toma de datos	Registra las observaciones realizadas y toma los datos pertinentes para la investigación de forma adecuada	Registra las observaciones realizadas, pero toma los datos de forma poco adecuada	No registra las observaciones, los datos o ambos.
Comunicación de resultados	Utiliza un tono y lenguaje científico correcto y la presentación digital contiene la información adecuada	Presenta un discurso rápido y un lenguaje científico no adecuado. La presentación digital no sigue un orden lógico.	Presenta un discurso rápido y un lenguaje científico no adecuado. La presentación digital no es adecuada.
Análisis y establecimiento de conclusiones	Analiza los datos y establece una conclusión justificada en base a los resultados obtenidos	Analiza los datos pero no los utiliza para justificar su conclusión	No establece ninguna conclusión
Trabajo cooperativo	Buena integración en la dinámica de grupos y propone soluciones a los problemas que surgen durante la investigación	Buena integración, pero no propone soluciones a los problemas	Mala integración, y no propone soluciones a los problemas

Evaluación de actitudes y habilidades (Schwartz, Lederman & Lederman, 2008)

1. ¿Qué tipo de actividades hacen los científicos para aprender sobre el mundo natural? Discute cómo los científicos hacen su trabajo.
2. ¿Cómo deciden los científicos qué y cómo investigar? Describe todos los factores que crees que influyen en su trabajo, siendo lo más específico posible.
3. Una persona interesada en las aves observó cientos de diferentes tipos de aves que comen diferentes tipos de alimentos. Notó que las aves que comen tipos de alimentos similares, tienden a tener picos de formas similares. Por ejemplo, las aves que comen nueces de cáscara dura tienen picos cortos, y las que comen insectos de las pozas de marea tienen picos largos y delgados. Concluyó que existe una relación entre la forma del pico y el tipo de comida que comen las aves.
 - A. ¿Consideras que la investigación de esta persona es científica?
 - B. ¿Consideras que la investigación de esta persona es un experimento?
 - C. ¿Crees que las investigaciones científicas pueden seguir más de un método?
4.
 - A. Si varios científicos, trabajando de forma independiente, hacen la misma pregunta y siguen los mismos procedimientos para recopilar datos, ¿necesariamente llegarán a las mismas conclusiones? ¿Por qué o por qué no?
 - B. Si varios científicos, trabajando de forma independiente, hacen la misma pregunta y siguen diferentes procedimientos para recopilar datos, ¿necesariamente llegarán a las mismas conclusiones? Explica por qué o por qué no
 - C. ¿Tu respuesta a A cambia si los científicos están trabajando juntos?
 - D. ¿Tu respuesta a B cambia si los científicos están trabajando juntos?
5.
 - A. ¿Qué significa la palabra "datos" en ciencia?
 - B. ¿Qué implica el análisis de datos?
 - C. ¿Son los "datos" iguales o diferentes a las "evidencia"?

(Auto)Evaluación y coevaluación del alumnado

DIAGRAMA DE FLUJOS SOBRE EL PROCESO DE INDAGACIÓN

Proporciona tiempo al alumnado para comparar y contrastar sus diagramas de flujo, haciendo que respondan a preguntas como:

- ¿Qué ha sido lo más destacado de esta actividad? ¿Por qué?
- ¿Qué he aprendido que puedo transferir a otras actividades o temáticas?

CUESTIONARIO

- ¿Qué ha funcionado?
- ¿Qué no ha funcionado?
- ¿Qué haría la próxima vez?
- ¿Qué he aprendido sobre el tema?
- ¿Cómo puedo hacer un mejor uso de mi tiempo?
- ¿Qué me ha gustado de las otras presentaciones?
- ¿Qué he aprendido de las otras presentaciones?
- ¿Qué técnicas de indagación he aprendido que pueden ser útiles en el futuro?
- ¿Qué otras preguntas persisten?

(Auto)Evaluación de la práctica docente (Marshall, Smart & Horton, 2009)

III. RÚBRICA PARA EL ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE INDAGACIÓN				
Marshall, J. C., Smart, J., & Horton, R. M. (2009). The design and validation of EQUIP: an instrument to assess inquiry-based instruction. <i>International Journal of Science and Mathematics Education</i> , 8, 299-231.				
III.1. PUESTA EN PRÁCTICA				
EQUIP - Marshall, Smart & Horton (2009)	Pre-indagación (Nivel 1)	Indagación en desarrollo (Nivel 2)	Indagación competente (Nivel 3)	Indagación ejemplar (Nivel 4)
III.1.1. Estrategias docentes (I1)	El docente proporciona una explicación previa para cubrir el contenido.	El docente da una explicación y proporciona demostraciones para explicar el contenido, realizando actividades posteriores de verificación.	El maestro explica el contenido ocasionalmente; los estudiantes participan en actividades con las que desarrollan su comprensión conceptual.	El maestro explica el contenido ocasionalmente; los estudiantes se involucran en investigaciones que promueven una fuerte comprensión conceptual.
III.1.2. Orden de instrucción (I2)	El docente explica conceptos. Los estudiantes no exploran los conceptos o lo hacen únicamente después de la explicación.	El docente pide a los estudiantes que exploren los conceptos antes de recibir la explicación. Luego, el docente explica.	El docente pide a los estudiantes que exploren antes de la explicación. Luego, ambos completan la explicación..	El docente pide a los estudiantes que exploren los conceptos antes de que ocurra la explicación. Aunque con sugerencias del docente, los estudiantes realizan las explicaciones.
III.1.3. Rol del docente (I3)	El docente es el centro de la propuesta; no actúa como facilitador.	El docente es el centro de la propuesta; actúa ocasionalmente como facilitador.	El docente actúa frecuentemente como facilitador.	El docente actúa de manera consistente y efectiva como facilitador.
III.1.4. Rol del estudiante (I4)	Los estudiantes son eminentemente pasivos (toman notas, practican).	Los estudiantes son activos a pequeña escala (comprometidos en algunos momentos a lo largo de la propuesta).	Los estudiantes son activos (participan en discusiones, investigaciones o actividades, aunque no estaban enfocados de manera consistente y clara).	Los estudiantes son activos de forma constante y efectiva (altamente comprometidos en múltiples puntos durante la propuesta y claramente enfocados en la tarea).
III.1.5. Dinámica de los debates (D3)	El docente involucra a los estudiantes en preguntas orales que no llevan a discusión.	El docente ocasionalmente involucra a los estudiantes en discusiones o investigaciones, sin éxito.	El docente involucra con éxito a los estudiantes en preguntas abiertas, discusiones y/o investigaciones.	El docente involucra a los estudiantes de manera constante y efectiva en preguntas abiertas, discusiones, investigaciones y/o reflexiones.
III.1.6. Estrategias de comunicación (D4)	La comunicación es controlada y dirigida por el docente, siguiendo un patrón didáctico.	La comunicación es controlada y dirigida por el docente, con aportaciones ocasionales de otros estudiantes y siguiendo un patrón mayormente didáctico.	La comunicación a menudo es un diálogo con preguntas de los estudiantes, que guían la discusión.	La comunicación es mayoritariamente un diálogo, con preguntas de estudiantes que a menudo guían la discusión.
III.1.7. Interacciones de clase (D5)	El docente acepta las respuestas, corrige cuando es necesario, pero rara vez continúa sondeando al grupo.	El docente (u otro estudiante) ocasionalmente dan continuidad a las respuestas de los estudiantes, con argumentos de bajo nivel.	El docente (u otro estudiante) a menudo dan continuidad a las respuestas de los estudiantes, requiriendo que justifiquen su razonamiento o evidencias.	El docente facilita de manera eficaz un diálogo enriquecedor en el aula, en el que las pruebas, suposiciones y razonamiento son desafiados por el docente u otros estudiantes.

Herramientas TIC (Gladun & Buchynska, 2017)

ORIENTACIÓN	CONCEPTUALIZACIÓN	INVESTIGACIÓN	CONCLUSIÓN
Mindmeister	Google	Remote labs	Prezi
Youtube	Wikipedia	Evernote	Blogger
Padlet	Youtube	QR codes	Canva
Spiderscribe	Kidtopia	Padlet	Scribe
Socrative	Padlet	PhET Colorado	GoAnimate

Técnicas de trabajo cooperativo

Sesión no.:				Fecha:		
Nombre y apellidos					Rol desempeñado en la sesión	
1						
2						
3						
4						
Resumen de la sesión:						
Preguntas o dudas que hayan surgido:						
Temporalización:						

Criterios de calidad para búsqueda de información

ELECCIÓN DE LOS BUSCADORES

BÚSQUEDAS EFICACES (filtrar resultados, elegir términos, utilizar operadores)

COMPLETAR Y CONTRASTAR LOS DATOS

VALORAR Y SELECCIONAR LA INFORMACIÓN

RECOPILAR LAS FUENTES Y ALMACENAR LA DOCUMENTACIÓN



REFERENCIAS

- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 83-91.
- Crujieras-Pérez, C., & Cambeiro, F. (2017). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15, 1201-1209.
- Donham, J. (2001). The importance of a model. En Donham, J., Bishop, K., Kuhlthau, C. C., & Oberg, D. (Eds). *Inquiry-based learning: lessons from library power* (pp. 13-30). Worthington: Linworth.
- Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A., & Sanmartí-Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12, 22-37.
- Gladum, M., & Buchynska, D. (2017). Tools for inquiry-based learning in primary school. *Open educational e-environment of modern University*, 3, 43-54.
- Harlen, W. (1998). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Madrid: MEC/Morata.
- Marshall, J., Smart, J., & Horton, (2009). The design and validation of EQUIP: an instrument to assess inquiry-based instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 299-321.
- Sanmartí, N., & Márquez-Bargalló, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.
- Schwartz, R., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: the VOSI questionnaire. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching* (pp. 1-24).