



# Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia

Scientific practices in early childhood education. An approach to  
the analysis of the curriculum and teacher training plans in Galicia

Inés M. Bargiela, Blanca Puig, Paloma Blanco Anaya

*Departamento de Didácticas Aplicadas. Facultade de Ciencias de la Educación, Universidade de Santiago de Compostela, España.*  
ines.mosquera@usc.es, blanca.puig@usc.es, paloma.blanco@usc.es

**RESUMEN** • Se presenta un estudio sobre las prácticas científicas en el marco curricular y formación de maestros/as de infantil en ciencias. Las preguntas de investigación son: 1) ¿cómo se integran las prácticas científicas en el currículum de educación infantil?, y 2) ¿qué formación inicial y permanente recibe el profesorado de infantil para promover las prácticas científicas en el aula? Específicamente, ¿qué importancia reciben estas prácticas en su formación? La práctica de indagación es la de mayor presencia en el currículum de infantil, seguida de la modelización y argumentación. El análisis de los planes de formación inicial revela que solo dos materias de los grados en Maestro/a de Educación Infantil incluyen en sus programas las prácticas científicas. En el Plan Anual de Formación Permanente encontramos una actividad dirigida a la formación científica de este profesorado, aunque no menciona las prácticas científicas.

**PALABRAS CLAVE:** indagación; modelización; argumentación; currículum de educación infantil; formación del profesorado.

**ABSTRACT** • This paper presents a study about scientific practices in the curriculum and in teacher training plans in science in Early Childhood Education (ECE). The research questions are: 1) How are scientific practices integrated in the Early Childhood Education curriculum? 2) What initial and continuous training do the early childhood teachers receive in order to promote scientific practices in their classroom? Specifically, how important are these practices in their professional development? The scientific practice with highest presence in the ECE curriculum is inquiry, followed by modelling and scientific argumentation. The analysis of early childhood teachers initial training plans in our community reveal that only two subjects of Early Childhood Education's Degree include in their programmes scientific practices. One activity for scientific training is found within the Annual Teacher Training Plan, although scientific practices are not mentioned.

**KEYWORDS:** inquiry; modelling; argumentation; early childhood education's curriculum; professional development.

Recepción: febrero 2017 • Aceptación: agosto 2017 • Publicación: marzo 2018

## INTRODUCCIÓN

Existe una preocupación creciente en didáctica de las ciencias sobre cómo promover el aprendizaje de ciencias en articulación con las prácticas científicas. A pesar de que hay un consenso sobre los beneficios de introducir este enfoque en el aula de ciencias, trasladarlo a la práctica continúa siendo un desafío para el profesorado de distintos niveles (Kelly, 2008; Reiser, Berland y Kenyon, 2012, entre otros). Diversos proyectos europeos (e.g., S-TEAM; KidsINNScience) se han centrado en generar recursos y materiales didácticos para trabajar las prácticas científicas y analizar estrategias didácticas para su efectiva implementación. De estos proyectos, y de investigaciones recientes en formación del profesorado, derivan reflexiones acerca de la necesidad de prestar una mayor atención al desempeño y transferencia de prácticas científicas desde edades tempranas (Krajcik y McNeill, 2015).

El aprendizaje de ciencias mediante prácticas científicas permite al alumnado comprender el mundo que lo rodea, probar sus ideas, desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y lograr una base sólida para comprender conceptos científicos y de mayor abstracción en futuros niveles educativos (Kuhn y Pear-sall, 2000). Este estudio tiene como principal objetivo examinar cómo se integran las prácticas científicas en el currículum de ciencias de infantil y qué formación inicial y permanente recibe el profesorado de esta etapa para trabajar estas prácticas en el aula. Con este fin, se analiza el currículum de infantil de nuestra comunidad autónoma (Xunta de Galicia, 2009) y los planes de formación inicial y permanente de nuestras universidades públicas. Las preguntas de investigación que guían este trabajo son:

- ¿Cómo se integran las prácticas científicas en el currículum de educación infantil?
- ¿Qué formación inicial y permanente recibe el profesorado de infantil para promover las prácticas científicas en el aula? Específicamente, ¿qué importancia reciben estas prácticas en su formación?

El trabajo se sitúa en una investigación más amplia acerca de los factores que favorecen la participación reflexiva del profesorado y alumnado de infantil en las prácticas científicas, promoviendo el aprendizaje de ciencias. En este artículo pretendemos contribuir a mejorar el conocimiento sobre las necesidades formativas del profesorado de infantil en prácticas científicas basadas en un primer análisis del currículum y los planes de formación inicial y permanente. Pretendemos comprobar en qué medida la formación del profesorado de infantil es coherente con el marco curricular y con las nuevas tendencias europeas sobre el desarrollo de prácticas científicas.

## MARCO TEÓRICO

En este apartado se desarrolla el marco teórico del estudio que gira en torno a las prácticas científicas en el marco europeo y en la formación inicial y permanente del profesorado de educación infantil.

### Las prácticas científicas y su importancia en la educación infantil

Aprender ciencias implica participar en prácticas científicas, que autores como Kelly (2008: 99) definen como «las formas específicas en que miembros de una comunidad proponen, justifican, evalúan y legitiman enunciados de conocimiento en un marco disciplinar». Reiser, Berland y Kenyon (2012) señalan que estas prácticas implican la construcción del conocimiento científico y la comprensión del porqué este se construye, examina, evalúa y mejora de una forma determinada.

La noción de *práctica*, de acuerdo con el National Research Council (NRC, 2012), enfatiza la necesidad de emplear no solo habilidades, sino también conocimientos específicos para cada práctica. Asimismo, este marco busca potenciar la participación del alumnado en prácticas científicas abando-

nando la idea de una mera adquisición de conocimientos teóricos. Esta característica de las prácticas científicas es denominada por Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017) como *actividad* y, tal y como indican las autoras, implica, además de la participación, procesos como la indagación, modelización y/o argumentación. A pesar de la importancia de introducir estas tres prácticas y de existir recursos didácticos diseñados para promoverlas, existen distintas definiciones para cada una de ellas, tomando como referencia para este trabajo las que se exponen a continuación.

La *indagación*, entendida como la transposición didáctica de la investigación (Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandre, 1999), consiste en la capacidad para planificar y realizar diseños experimentales con el objetivo de responder preguntas o resolver ciertos problemas (Caamaño, 2012). Esta práctica implica el desempeño de *destrezas*, denominadas *de indagación* (NRC, 2012), entre las que se encuentran: la identificación de preguntas y conceptos que guían las investigaciones científicas, su diseño e implementación, formulación de explicaciones científicas, reconocimiento y análisis de explicaciones y modelos alternativos, así como la comunicación y defensa de un argumento científico. Desde esta perspectiva, la indagación implica potenciar estas destrezas, así como el desarrollo de contenidos conceptuales de ciencias y sobre la naturaleza de la ciencia (Toma, Greca y Meneses-Villagrà, 2017). La *modelización*, de acuerdo con Justi (2011), es el proceso en que se crean, revisan y emplean modelos (representaciones abstractas o materiales) de una forma dinámica y creativa. Implica el desempeño de una serie de habilidades con el fin de comprender cómo y por qué diferentes modelos científicos son elaborados. La construcción de modelos ha de tener un objetivo claro para el alumnado, es decir, debe entender el propósito del modelo que va a elaborar (Justi y Gilbert, 2002), así como debe permitirle explicar o predecir un fenómeno natural (Martí, 2012). La práctica de *argumentación* consiste en «evaluar los enunciados en base a pruebas» (Jiménez-Aleixandre, 2010: 17), proceso que es inherente a la construcción del conocimiento científico (Blanco Anaya y Díaz Bustamante, 2014), y que interacciona con las prácticas de modelización e indagación.

En educación infantil las prácticas científicas pueden abordarse conjuntamente o por separado. Así, en la investigación de Monteiro y Jiménez-Aleixandre (2016), escolares de 6.º de infantil trabajan distintas prácticas científicas en un proyecto sobre caracoles, en el que el alumnado indaga sobre diversos aspectos relacionados con estos organismos (su capacidad auditiva, sus hábitos alimenticios, etc.). El alumnado realiza distintos experimentos en los que extraen sus propias conclusiones basadas en pruebas empíricas, es decir, practican la argumentación.

Las prácticas científicas han ganado impulso desde su inclusión en los documentos curriculares internacionales y nacionales en los últimos años. El NRC (2012) propone el desarrollo de ocho prácticas científicas desde la educación infantil (5 años) hasta la educación secundaria con el objetivo de mejorar su comprensión y la naturaleza del conocimiento científico. Este marco promueve el avance de la enseñanza de las ciencias en educación infantil y, aunque los estudios sobre prácticas científicas en esta etapa son escasos (Siry y Max, 2013, entre otros), estos coinciden en destacar que el alumnado de infantil disfruta observando, pensando y cuestionando el mundo natural (Eshach y Fried, 2005). De acuerdo con Worth (2010), estas capacidades, con los estímulos adecuados, pueden tener un impacto significativo en la adquisición de posteriores aprendizajes (Worth, 2010), enfoque que contrasta con lo señalado por Piaget (Piaget e Inhelder, 1994) acerca de las limitaciones psicoevolutivas en su descripción de los estadios evolutivos del desarrollo cognitivo de los escolares. Este autor afirma que los estadios «condicionan» la forma en que el alumnado observa la realidad durante ese periodo. El pensamiento científico y las habilidades que forman parte de este se consideran propios del estadio de las operaciones formales (a partir de los 11 años) y no se consideran accesibles para los/as más pequeños/as (Martí, 2012). Nuestra visión en este trabajo coincide con la de Metz (1995, 1997), quien indica que la teoría piagetiana, en relación con la enseñanza de las ciencias en infantil, parte de unos presupuestos incorrectos. Los/as niños/as de esta etapa son capaces de entender algunas ideas abstractas, participar

en procesos de indagación, hacer inferencias y extraer nuevos conocimientos mediante la experimentación. Al igual que Kuhn (1997), consideramos que los estadios evolutivos deben tomarse como orientaciones y no como limitaciones a la hora de interpretar el proceso descrito por el psicólogo suizo.

### Formación del profesorado en prácticas científicas

Shulman y su equipo presentaron en 1986 el programa de investigación «Desarrollo del conocimiento de la enseñanza» (Shulman y Sykes, 1986) y el «Modelo de razonamiento y acción pedagógica» (Shulman, 2005), que, a lo largo de las décadas, ha sido revisado por diversos autores (Gess-Newsome, 1999; McNeill y Knight, 2013) y empleado para diseñar una alternativa a la formación del profesorado ofertada actualmente. En concreto, se busca conocer: 1) las necesidades formativas sentidas, expresadas, así como normativas del profesorado en activo y/o de los/as futuros/as docentes; 2) qué prácticas pueden ayudar a cubrirlas, y 3) cuál es el mejor modo de articular el currículum profesional de su formación (Bolívar, 2005).

El programa de Shulman introduce una variable que hasta el momento no se consideraba, el pensamiento docente. La interacción de sus imágenes mentales, concepciones, etc., acerca de la dimensión didáctica con su organización personal del campo de conocimiento que enseña supuso una innovación (Garritz y Valdez, 2007; Shulman, 2005). Este programa pretende estudiar el desarrollo del conocimiento profesional durante el periodo de formación y cómo lo transforman en representaciones didácticas para, *a posteriori*, transferirlo en el aula. El modelo impulsado por Shulman (2005) propone un repertorio de categorías y procedimientos para analizar la enseñanza del profesorado en sus dos componentes: procesual y lógico. En este último se incluye el conocimiento didáctico del contenido (CDC) y el conocimiento de la materia (CM). El primero es considerado por Shulman (2005: 11) como «una amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los/as maestros/as, su propia forma especial de comprensión profesional»; mientras que el segundo se centra en cómo los/as docentes deben enseñar su materia (Bolívar, 2005).

Los estudios sobre el CDC tienden a focalizarse en el profesorado en ejercicio, sin considerar apenas al docente en formación, lo que Gudmundsdottir y Shulman (1990: 33) ponían de relieve en la década de los noventa de este modo: «... se hace poco énfasis en conseguir que los profesores en formación piensen sobre la materia que han de enseñar en términos de sus contenidos didácticos».

En la actualidad, a pesar de los avances a nivel curricular y del creciente interés en la enseñanza de prácticas científicas, todavía son escasas las investigaciones sobre formación del profesorado en prácticas científicas (Marco-Bujosa, McNeill, González-Howard y Loper, 2016; Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado, 2016), en particular en la formación de maestros/as de primaria e infantil en ciencias (Andersson y Gullberg, 2014; Abell, Park Rogers, Hanuscin, Lee y Gagnon, 2009).

Estudios recientes en formación de profesorado de primaria en prácticas científicas (Evagorou y Puig, 2017; Garrido y Couso, 2015) ponen de manifiesto la escasa formación científica del profesorado de esta etapa para guiar actividades que permitan aprender ciencias y el desarrollo de prácticas científicas. Evagorou, Albe, Panyiotis y Nielsen (2014) indican, además, que el profesorado en formación presenta a menudo emociones negativas hacia las ciencias, lo que en términos de Crawford (2007: 637) se traduce en: «La visión personal de un futuro profesor sobre la enseñanza de las ciencias [...] es un fuerte indicador de cómo este docente desarrollará su praxis profesional referente a estas».

Estudios como los citados muestran la importancia de entender la formación inicial del profesorado dentro de un continuum que proporcione conocimientos académicos y pensamiento crítico y creativo. El objetivo ha de ser facilitar herramientas que permitan al profesorado continuar formándose autónomamente a lo largo de toda su trayectoria profesional (Sanmartí, 2001).

Las investigaciones sobre formación permanente del profesorado no parecen ofrecer mejores perspectivas. Los programas formativos en ciencias existentes en la actualidad presentan una serie de obs-

táculos como: *i*) entender la formación como una estrategia para subsanar déficits; *ii*) se halla descontextualizada de las necesidades expresadas por el/la docente y de su contexto de trabajo, y *iii*) no tiene en cuenta sus etapas profesionales, ciclos vitales, motivaciones y expectativas (Guarro, 2005). Respecto a la formación de maestros/as en esta etapa se sigue la misma tendencia que en la anterior: existen pocos estudios y en su mayoría se focalizan en la educación primaria. McNeill y Knight (2013), en su investigación acerca del CDC sobre la argumentación, concluyen que este colectivo, debido al escaso conocimiento científico que posee, tiende a relacionar las ciencias con otras áreas en sus aulas y se halla más influenciado por el contexto y sus estudiantes.

## METODOLOGÍA

El estudio emplea una metodología mixta con el fin de poder analizar las preguntas de investigación desde un enfoque que permita obtener una visión más ajustada de la realidad analizada (Burke y Onwuegbuzie, 2004). Para el análisis de la primera pregunta, se realiza un análisis del contenido, definido por Patton (2002) como un proceso de identificación, codificación y categorización de los patrones primarios en los datos. El proceso metodológico sigue las fases descritas a continuación.

### Selección e identificación de indicadores

En la primera pregunta de investigación se realiza un análisis del contenido del currículum de educación infantil de nuestra comunidad autónoma (Xunta de Galicia, 2009), centrándonos en las prácticas de indagación, modelización y argumentación presentes en los elementos prescriptivos. Este análisis fue realizado por dos de las autoras y contrastado por una tercera. Identificamos como descriptores las operaciones de prácticas científicas que aparecen recogidas en la literatura revisada (NRC, 2012; Gilbert y Justi, 2016; Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007). A partir de estas operaciones y en interacción con los datos, construimos la rúbrica de análisis (tabla 1).

Tabla 1.  
Operaciones de indagación, modelización y argumentación  
(adaptadas del NRC, 2012; Gilbert y Justi, 2016, y Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007)

Prácticas científicas	Operaciones
Indagación	Observar
	Formular preguntas
	Emitir hipótesis
	Diseñar experimentos
	Experimentar-Manipular
	Investigar
	Explorar
	Interpretar información
	Recoger datos
Modelización	Explicar fenómenos (naturales)
	Representar entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc.
	Uso de modelos
Argumentación	Usar e identificar pruebas
	Justificar respuestas
	Extraer conclusiones

Para abordar la segunda pregunta de investigación se realiza un análisis cuantitativo de los planes de formación inicial del sistema universitario de Galicia, con el fin de identificar el número de materias relacionadas con ciencias y su didáctica en los grados en Maestro/a de Educación Infantil. A continuación, se lleva a cabo un análisis del contenido del Plan Anual de Formación Permanente 2015-2016 (Xunta de Galicia, 2015) de nuestra comunidad autónoma.

## Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron clasificados de acuerdo con los indicadores presentados, aunque el proceso de análisis de los tres documentos sigue una pauta distinta.

En el análisis del currículum se identificaron, en primer lugar, las prácticas científicas y operaciones que forman parte de estas en los elementos prescriptivos (objetivos, contenidos y criterios de evaluación). Esto se realiza para cada una de las tres áreas de contenidos del currículum de infantil, que son: 1) conocimiento de sí mismo y autonomía personal, 2) conocimiento del entorno y 3) lenguajes: comunicación y representación. Las dos primeras áreas se subdividen en cuatro bloques, y la última en tres. La segunda área se vincula con todos aquellos aspectos relacionados con la ciencia, denominándose sus bloques: *i*) medio físico: elementos, relaciones y medida, *ii*) acercamiento a la naturaleza y *iii*) cultura y vida en sociedad.

En segundo lugar, se realizó un recuento de estas, clasificando las operaciones según la práctica científica y el elemento prescriptivo en el que se encuentra.

Para el análisis de los planes de formación inicial publicados en las páginas webs de las universidades de nuestra comunidad, nos centramos en estas tres dimensiones: 1) número de materias relacionadas con la ciencia y su didáctica, 2) componentes del currículum y 3) mención explícita a prácticas científicas en el programa de la materia.

El análisis del Plan Anual de Formación Permanente del Profesorado 2015-2016 (Xunta de Galicia, 2015) comprende estas tres fases: 1) identificación y recuento del número de acciones formativas, 2) identificación de los destinatarios/as y cuántas de estas acciones están destinadas a maestros/as de educación infantil y 3) identificación de las competencias incluidas en las acciones y si existen referencias explícitas o no a las prácticas científicas.

## RESULTADOS

### Resultados 1. Prácticas científicas en el currículum de infantil

Los resultados del análisis de las prácticas científicas en el currículum de infantil se resumen en la tabla 2, que muestra el número de operaciones relacionadas con cada una de las tres prácticas científicas presentes en los elementos prescriptivos del documento analizado. Hay que señalar que algunos epígrafes incluidos en los elementos prescriptivos del currículum pueden presentar más de una operación, de tal modo que pueden incluir destrezas de indagación y de argumentación al mismo tiempo.

Tabla 2.  
Prácticas científicas en el currículum de infantil (Xunta de Galicia, 2009)

Práctica científica	Total	Operación	Desglose (n.º operación)	Objetivos	Conted.	Crit. Evaluación
Indagación	31	Observar	8	2	2	4
		Formular preguntas	3	0	0	3
		Emitir hipótesis	3	1	1	1
		Diseñar experimentos	0	0	0	0
		Experimentar-Manipular	8	1	3	4
		Investigar	3	1	1	1
		Explorar	3	1	1	1
		Interpretar información	0	0	0	0
		Recoger datos	3	0	1	2
Modelización	11	Explicar fenómenos (naturales)	6	1	2	3
		Representar entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc.	5	0	2	3
		Uso de modelos	0	0	0	0
Argumentación	6	Usar e identificar pruebas	5	1	2	2
		Justificar respuestas	0	0	0	0
		Extraer conclusiones	1	0	0	1

Aunque las tres prácticas científicas aparecen recogidas en el currículum de esta etapa, hay que señalar que no se incluyen de manera homogénea. Como muestra la tabla 2, la indagación predomina sobre la argumentación y modelización, destacando las operaciones de *observación* y de *experimentación-manipulación*. La *observación* aparece con mayor frecuencia dentro de los criterios de evaluación. Un ejemplo es: «La observación lo lleva a formular interrogantes y a buscar explicaciones» (Xunta de Galicia, 2009: 135). Esta operación aparece estrechamente vinculada con el contenido de los seres vivos (características, comportamientos y funciones vitales) y los fenómenos o elementos del medio natural del bloque 2) Acercamiento a la naturaleza del currículum.

La operación de *experimentar-manipular* también está presente de manera notable en los criterios de evaluación, con ejemplos como este: «Experimenta con objetos y materiales para obtener información y observar las reacciones» (Xunta de Galicia, 2009: 129). Esta operación se relaciona con contenidos del currículum relacionados con las propiedades de los objetos.

La modelización es la segunda práctica más frecuente en el currículum. Las operaciones más numerosas son las relacionadas con *explicar fenómenos* (naturales) y *representar entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc.* Es en los criterios de evaluación donde se mencionan mayor número de operaciones de modelización. Así, *la explicación de fenómenos* (naturales) aparece plasmada de este modo: «Sabe diferenciar y describir consecuencias de fenómenos atmosféricos habituales (sol, lluvia, hielo...» (Xunta de Galicia, 2009: 135). Por su parte, la otra operación se recoge de la siguiente forma: «Representar con dibujos lo observado o experimentado» (Xunta de Galicia, 2009: 136). Asimismo, cabe destacar que el uso de modelos no se contempla a nivel curricular en esta etapa educativa.

La argumentación es la práctica científica menos frecuente, destacando la operación de *usar e identificar pruebas*. Esta aparece recogida en todos los elementos prescriptivos, con una mayor frecuencia en los contenidos y criterios de evaluación. Se recoge, por ejemplo, en uno de los criterios de evaluación:

«Identificar y nombrar alguno de sus componentes [del medio natural], estableciendo relaciones sencillas de interdependencia» (Xunta de Galicia, 2009: 135).

Además, se incluyen ocho competencias básicas, de las que cabe destacar la *competencia en el conocimiento y en la interacción con el mundo físico*, que hace referencia a la «habilidad para interactuar con el mundo físico, de modo que facilite la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias, así como el cuidado del medio ambiente y la protección de la salud individual y colectiva» (Xunta de Galicia, 2009: 188). En la que se expone, además, la necesidad de iniciar al alumnado en el pensamiento científico, potenciando habilidades de investigación que, en su mayoría, coinciden con las recogidas en este estudio bajo las operaciones de indagación («... formular hipótesis, observación, formular interrogantes, verificar...», p. 189) y argumentación («... reconocer pruebas...», p. 189). Una de las estrategias que se proponen en educación infantil es la formulación de interrogantes de temática social, para cuya resolución el alumnado debe planificar su acción, prever los posibles resultados, buscar información, valorar la pertinencia de las soluciones propuestas, desarrollar procedimientos de intervención y estimar las posibles consecuencias. Estas operaciones se hallan estrechamente vinculadas con las incluidas en las prácticas científicas, enfatizando la necesidad de trabajar las temáticas científicas y/o sociocientíficas desde edades tempranas, además del carácter globalizador de la educación infantil.

## Resultados 2. Formación inicial y permanente de maestros/as de educación infantil en prácticas científicas

En la tabla 3 se muestran los resultados sobre la situación actual de la formación inicial del profesorado de educación infantil en prácticas científicas en nuestra comunidad autónoma.

Tabla 3.

Prácticas científicas en los planes de formación inicial de las universidades públicas de nuestra comunidad

Universidad	N.º materias	Elementos prescriptivos	Mención explícita a prácticas científicas
A	2	Competencia específica (E.36)	Tema 4: La enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación infantil
B	2	No se menciona	Evaluación - prueba mixta
C	2	Competencia específica (E.36)	No se menciona

El Grado en Maestro/a de Educación Infantil en la universidad A consta de 240 ECTS, de los cuales 111 son de carácter obligatorio (OB), 102 de formación básica (FB) y 27 optativos (OP). En su plan de formación contempla dos materias relacionadas con la ciencia y su didáctica: «Aprendizaje de las ciencias de la naturaleza» y «Educación ambiental y su didáctica». La primera es de 6 ECTS de carácter obligatorio y se sitúa en el cuarto curso del grado. Asimismo, en la competencia específica (E.36) se menciona una operación de indagación: «Conocer la metodología científica y promover el pensamiento científico y la experimentación». Se recoge la mención explícita a las prácticas científicas en el programa, concretamente en el tema 4: «4.4. Aprender a investigar. Las explicaciones y los modelos teóricos». La segunda materia, «Educación ambiental y su didáctica» (4,5 ECTS), se imparte en el último curso del grado, aunque no menciona de manera explícita en su programa las prácticas científicas.

El grado en la Universidad B lo constituyen un total de 240 ECTS, distribuidos en 102 de carácter obligatorio, 102 de formación básica y 36 optativos. En el segundo curso ofertan la materia de carácter obligatorio «Enseñanza de las ciencias de la naturaleza» (6 ECTS) y en el último curso «Didáctica de la educación ambiental y para la sustentabilidad», de 4,5 ECTS y carácter optativo. Hallamos una mención explícita a las prácticas científicas en la evaluación de la materia «Enseñanza de las ciencias de

la naturaleza»: «Se realizará al finalizar el cuatrimestre y tiene por objeto evaluar [...] y su capacidad para resolver cuestiones, analizar situaciones concretas, argumentar fundamentada y críticamente». En la materia relacionada con la educación ambiental, las prácticas científicas no se encuentran presentes en los documentos normativos analizados.

En la otra universidad, la C, el número total de ECTS son 240, de los que 120 son de carácter obligatorio, 102 de formación básica y 18 optativos. La materia «Aprendizaje de las ciencias de la naturaleza» (OB) se imparte en el segundo curso y «Conocimiento del medio natural» (OP), de 6 ECTS cada una. La competencia específica E.36, ya mencionada con anterioridad, es la única referencia en los componentes del currículum acerca de las prácticas científicas en la materia de «Aprendizaje de las ciencias de la naturaleza». En la optativa, al igual que en los casos anteriores, las prácticas científicas no aparecen explicitadas en el programa de la materia.

Respecto a la formación permanente, en la tabla 4 se recogen las acciones formativas del plan de formación permanente 2015-2016 analizado, las competencias que en estas se trabajan y sus destinatarios/as. Estas acciones son optativas, es decir, los/as docentes no están obligados a cursarlas, ni tampoco se desarrollan en los propios centros escolares. Cabe señalar que existe duplicidad de dichas acciones por impartirse tanto en el Centro Autónomo de Formación e Innovación (CAFI) como en los diversos Centros de Formación y Recursos (CFR) del territorio gallego, por lo que solo se mencionan una vez.

Tabla 4.  
Actividades de formación permanente en el Plan Anual  
de Formación de Profesorado 2015-2016 (Xunta de Galicia, 2015)

Nombre de la actividad formativa	Competencias	Destinatarios/as
Trabajando el currículum en el ámbito matemático, científico y tecnológico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Programación, seguimiento y evaluación.</li> <li>3. Especialista en su materia</li> <li>4. Conocimiento en las áreas, materias y módulos curriculares</li> </ol>	Profesorado de ciencias de secundaria
La gestión y tratamiento de los residuos urbanos en el modelo Sogama	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Centros saludables y seguridad integral</li> <li>2. Gestión y promoción de valores y convivencia</li> <li>3. Compromiso personal y ético</li> </ol>	Catedráticos de enseñanza secundaria Profesorado de enseñanza secundaria.
Ciencia e indagación en el aula	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Didácticas específicas</li> <li>3. Metodologías y TAC</li> <li>4. Especialista en su materia</li> <li>5. Conocimiento en las áreas, materias y módulos curriculares</li> </ol>	Profesorado de ciencias de secundaria
La gestión y tratamiento de los residuos urbanos en el modelo Sogama	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Centros saludables y seguridad integral</li> <li>2. Gestión y promoción de valores y convivencia</li> <li>3. Compromiso personal y ético</li> </ol>	Maestros/as de Educación Infantil y Primaria
Empleo de Moodle en el ámbito científico-matemático-tecnológico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Didácticas específicas</li> <li>3. Metodologías y TAC</li> <li>4. Competente en TIC – Software</li> </ol>	Profesorado de ciencias de secundaria

Nombre de la actividad formativa	Competencias	Destinatarios/as
Empleo de dispositivos móviles en la realización de proyectos científicos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Didácticas específicas</li> <li>3. Metodologías y TAC</li> <li>4. Competente en TIC – Software</li> </ol>	Profesorado de ciencias de secundaria
Enseñar y aprender ciencias en el MUNCYT	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Didácticas específicas</li> <li>3. Metodologías y TAC</li> <li>4. Especialista en su materia</li> <li>5. Conocimiento en las áreas, materias y módulos curriculares</li> </ol>	Profesorado de ciencias de secundaria
Trabajando el currículum en el ámbito matemático, científico y tecnológico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Programación, seguimiento y evaluación.</li> <li>3. Especialista en su materia</li> <li>4. Conocimiento en las áreas, materias y módulos curriculares</li> </ol>	Profesorado de ciencias de secundaria
Actividades experimentales en las materias del ámbito científico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Educador/a guía en el proceso enseñanza-aprendizaje</li> <li>2. Programación, seguimiento y evaluación.</li> <li>3. Especialista en su materia</li> <li>4. Conocimiento en las áreas, materias y módulos curriculares</li> </ol>	Catedráticos de enseñanza secundaria Profesorado de ciencias de secundaria

El Plan Anual de Formación del Profesorado 2015-2016 (Xunta de Galicia, 2015) se compone de 226 acciones formativas, sin tener en cuenta otras modalidades de formación como los grupos de trabajo, los seminarios de formación y las convocatorias para el Programa Erasmus+. El número de acciones formativas vinculadas a las ciencias y/o su didáctica es de 13, de las que 2 se relacionan con el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas al campo científico-educativo. Las competencias que se indican en la tabla 4 son las recogidas en el documento analizado para cada acción formativa. De estas competencias destacan, por su elevada presencia, las siguientes: *i)* educador/a guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje; *ii)* programación, seguimiento, evaluación; *iii)* especialista en su materia, y *iv)* conocimiento en las áreas, materias y módulos curriculares. Respecto a los/as destinatarios/as de las actividades, cabe señalar que solo una de las 226 actividades, denominada «La gestión y tratamiento de los residuos urbanos en el modelo Sogama», está dirigida a maestros/as de infantil. El resto de acciones están dirigidas a profesorado de ciencias de secundaria, así como a catedráticos/as. En ningún caso existen referencias explícitas a las prácticas científicas dentro de las competencias que deben desarrollarse.

## CONSIDERACIONES FINALES E IMPLICACIONES PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

El aprendizaje de ciencias basado en las prácticas científicas ha ganado impulso en los últimos años desde su introducción en los documentos curriculares de infantil, tanto a nivel internacional como nacional (NRC, 2012; OECD, 2013; Xunta de Galicia, 2009). Se sugiere introducir al alumnado en el desempeño de las prácticas científicas de indagación, modelización y/o argumentación mediante el desarrollo de pequeñas investigaciones en las que el alumnado necesita aplicar conceptos y desarrollar

habilidades científicas para la resolución de problemas (Collins, Brown y Newman, 1989). Ejemplos sobre cómo trabajar las prácticas científicas son los experimentos desarrollados en aulas de infantil de Galicia por el equipo de maestras Torque en el marco de trabajos por proyectos. Estos proyectos giran en torno a temáticas científicas diversas como la luz, los colores del suelo y los ojos, entre otras. El alumnado practica destrezas de indagación, por ejemplo: la formulación de hipótesis, la manipulación y la recogida e interpretación de datos para la explicación científica de fenómenos. Además, ejercita la argumentación, al tener que justificar sus conclusiones basadas en pruebas empíricas durante los experimentos, y la modelización mediante la representación del proceso experimental realizado. El objetivo es proporcionar un contexto significativo que involucre al alumnado en la construcción de conocimientos, además de favorecer la construcción de explicaciones científicas de fenómenos y la comprensión de ideas clave de la ciencia (*core ideas*) (Krajcik, McNeill y Reiser, 2008).

Este estudio se centra en analizar las prácticas científicas en el currículum de nuestra comunidad autónoma y en la formación inicial y permanente del profesorado. Pudimos comprobar que la práctica de indagación es la que aparece con mayor frecuencia, seguida de la modelización y la argumentación. El hecho de que la indagación sea la práctica científica que cobra más importancia en el currículum es coherente con lo señalado por Metz (2004 y 2008), que entiende la indagación como contexto y/o potenciador para que el alumnado de infantil y primaria se inicie en el trabajo científico y pueda de este modo desarrollar conocimientos científicos.

Investigaciones sobre prácticas científicas en infantil ponen de manifiesto que el alumnado de esta etapa es capaz de participar en procesos de indagación como los que implican los experimentos del grupo Torque (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016). Estos experimentos involucran al alumnado en prácticas, como en la representación mediante dibujos de objetos o fenómenos observados y/o experimentados. La modelización, entendida de este modo, aparece recogida en el currículum en los bloques 1) Medio físico: elementos, relaciones y medidas, y 2) Acercamiento a la naturaleza. Los dibujos cobran especial interés en esta etapa como vía que facilita la expresión de ideas científicas, ayudando al alumnado a acercarse a una realidad poco familiar para este. La representación de entidades o fenómenos mediante dibujos ha de practicarse con una finalidad, tratando de alejarse de aspectos procedimentales y actitudinales con comentarios como «qué dibujo tan bonito» y que, a menudo, son los más frecuentes (Pujol, 2003). Brooks (2009) sugiere que el profesorado debe emplear este medio de representación como parte del proceso de aprendizaje, animando al alumnado a que revise, descontextualice y rehaga sus dibujos, ya que esto ayudará a que reflexione y, en última instancia, alcance habilidades de pensamiento de orden superior.

El aprendizaje mediante prácticas científicas puede resultar poco significativo si no se tiene en cuenta al profesorado y, consecuentemente, su formación; razón por la que analizamos en este artículo los planes de formación inicial y permanente del profesorado. El análisis de los planes de formación del profesorado muestra que las prácticas científicas apenas se integran dentro de los planes formativos de las tres universidades públicas de nuestra comunidad. A pesar de que este análisis se limita al marco curricular de nuestra comunidad y a los programas formativos de nuestras universidades, podemos concluir que este marco no impulsa el aprendizaje de ciencias mediante prácticas científicas.

Es necesario continuar investigando los planes de formación inicial con el fin de identificar las necesidades formativas prioritarias en infantil, tal y como sugieren Cantó Doménech, de Pro Bueno y Solbes (2016). Su estudio, desarrollado en la Universitat de València, analiza la percepción de futuros/as maestros/as de Educación Infantil sobre la enseñanza de ciencias, destacando la necesidad de revisar los planes de formación inicial de acuerdo con las dificultades encontradas para trasladar al aula lo aprendido durante esta etapa formativa.

El análisis del Plan Anual de Formación del Profesorado 2015-2016 (Xunta de Galicia, 2015) en este estudio muestra que solo una acción formativa dirigida al profesorado de infantil es de contenido científico, lo que pone de relieve la falta de formación del profesorado en activo en prácticas científicas.

Los resultados de este estudio muestran la necesidad de promover acciones formativas, tanto en la formación inicial como en la permanente, orientadas a una enseñanza de ciencias articulada con las prácticas científicas en educación infantil. La investigación en prácticas científicas en formación de profesorado ha de prestar atención, entre otros aspectos, a la identificación de estrategias didácticas que permitan una efectiva implementación de las prácticas científicas en el aula. La identificación de estrategias para la transferencia de prácticas científicas implica la realización de tareas que involucren al profesorado en el desempeño de estas prácticas desde un enfoque reflexivo (Aznar Cuadrado y Puig, 2016). De acuerdo con el modelo propuesto por Krajick, Blumenfeld, Marx y Soloway (1994), los planes de formación deberían contemplar: *i*) la colaboración entre distintos agentes e instituciones educativas, proporcionándoles oportunidades de realizar actividades, practicar nuevas habilidades y discutir ideas o estrategias didácticas; *ii*) la implicación del profesorado en el proceso de planificación, diseño y ejecución de nuevas prácticas en el aula; en lugar de aplicar una serie de líneas predefinidas, y *iii*) la reflexión mediante diarios o informes de caso como elementos que proporcionen a los/as docentes (auto)conocimientos para mejorar su práctica educativa (Krajick *et al.*, 1994; Marx, Freeman, Krajick y Blumenfeld, 1998). Asimismo, esta formación ha de contemplar el enfoque de proyectos, que permite involucrar al alumnado en diversas destrezas que forman parte de las prácticas científicas. Esto requiere un currículum abierto, flexible y que siga los principios de diseño propuestos por Singer, Marx, Krajick y Clay Chambers (2000) entre cuyos componentes destacan el uso de preguntas guía para ayudar a los/as niños/as a realizar la transferencia de conocimientos científicos que gradualmente adquieren al mundo que los/as rodea.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P, del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELL, S. K.; PARK ROGERS, M. A.; HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H. y GAGNON, M. J. (2009). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), pp. 77-93.  
<https://doi.org/10.1007/s10972-008-9115-6>
- ANDERSSON, K. y GULLBERG, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), pp. 275-296.  
<https://doi.org/10.1007/s11422-012-9439-6>
- AZNAR CUADRADO, V. y PUIG, B. (2016). Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), pp. 33-52.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1670>
- BERLAND, L. K.; SCHWARZ, C. V.; KRIST, C.; KENYON, L.; LO, A. S. y REISER, B. J. (2015). Epistemologies in Practice: Making Scientific Practices Meaningful for Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), pp. 1082-1112.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21257>
- BLANCO ANAYA, P. y DÍAZ BUSTAMANTE, J. (2014). Argumentación y uso de pruebas: realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), pp. 35-52.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1009>
- BOLÍVAR, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), pp. 1-39.

- BROOKS, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of «Big Ideas». *International Journal of Science Education*, 31(3), pp. 319-341.  
<https://doi.org/10.1080/09500690802595771>
- BURKE, R. y ONWUEGBUZIE, A. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), pp. 14-26.  
<https://doi.org/10.3102/0013189x033007014>
- CAAMAÑO, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, pp. 83-92.
- CANTÓ DOMÉNECH, J.; DE PRO BUENO, A. y SOLBES, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), pp. 25-50.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- COLLINS, A.; BROWN, J. S. y NEWMAN, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. En L. B. Resnick (ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale: Erlbaum.
- CRAWFORD, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), pp. 613-642.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20157>
- CRUJEIRAS, B. (2014). *Competencias e prácticas científicas no laboratorio de química: participación do alumnado de secundaria na indagación*. Tesis de doctorado. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 20, pp. 9-16.
- ERDURAN, S. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (eds.) (2007). *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*. Berlin: Springer.
- ESHACH, H. y FRIED, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), pp. 315-336.  
[https://doi.org/10.1007/1-4020-4674-X\\_1](https://doi.org/10.1007/1-4020-4674-X_1)
- EVAGOROU, M.; ALBE, V.; PANAYIOTIS, A. y NIELSEN, J. A. (2014). Preparing pre-service science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 69, pp. 39-48.
- EVAGOROU, M. y PUIG, B. (2017). Engaging Elementary School Pre-service Teachers in Modeling a Socioscientific Issue as a Way to Help Them Appreciate the Social Aspects of Science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), pp. 113-123.  
<https://doi.org/10.18404/ijemst.99074>
- GARRIDO, A. y COUSO, D. (2015). Socio-scientific issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-service teachers' conceptualization of SSI and appreciation of the value of teaching SSI. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 196, pp. 80-88.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.015>
- GARRITZ, A. y VALDEZ, R. (2007). El Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC). ¿Cuál es la diferencia entre un buen y un mal maestro? En J. M. Sánchez (coord.), *Iniciación a la cultura científica: la formación de maestros* (pp. 61-70). Madrid: Antonio Machado Libros.
- GESS-NEWSOME, J. (1999). Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederma (eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education* (pp. 3-17). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.  
[https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1\\_1](https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_1)

- GILBERT, J. y JUSTI, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Switzerland: Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>
- GUARRO, A. (2005). *Los procesos de cambio educativo en una sociedad compleja. Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Madrid: Pirámide.
- GUDMUNDSDOTTIR, S. y SHULMAN, L. (1990). Pedagogical Content Knowledge in Social Studies. En J. Lowyck y C. M. Clark (eds.), *Teacher Thinking and Professional Action* (pp. 23-24). Belgium: Leuven University Press.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. y CRUJEIRAS, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En Keith S. Taber y Ben Akpan (eds.), *Science Education* (pp. 69-80). The Netherlands: SensePublishers.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-6300-794-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-794-8_5)
- JUSTI, R. (2011). Las concepciones de modelo de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias. En A. Caamaño (coord.), *Didáctica de la Física y la Química*, 5, (vol. II, pp. 85-103). Barcelona: Graó.
- JUSTI, R. y GILBERT, J. (2002). Modelling teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), pp. 369-387.  
<https://doi.org/10.1080.09500690110110142>
- KELLY, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practices. En R. A. Duschl y R. E. Grandy (eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99-100). Rotterdam: Sense Publishers.
- KRAJCIK, J.; BLUMENFELD, P. C.; MARX, R. W. y SOLOWAY, E. (1994). A Collaborative Model for Helping Middle Grade Science Teachers Learn Project-Based Instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), pp. 483-497.  
<https://doi.org/10.1086/461779>
- KRAJCIK, J. y MCNEILL, K. (2015). Designing and assessing scientific explanation tasks. En R. Gunstone (ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 285-291). The Netherlands: Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0\\_48](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_48)
- KRAJCIK, J.; MCNEILL, K. y REISER, B. J. (2008). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 92(1), pp. 1-32.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20240>
- KUHN, D. (1997). Constraints or guideposts? Developmental psychology and science education. *Review of Educational Research*, 67(1), pp. 141-150.  
<https://doi.org/10.2307/1170621>
- KUHN, D. y PEARSALL, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1(1), pp. 113-129.  
[https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0101n\\_11](https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0101n_11)
- MARCO-BUJOSA, L.; MCNEILL, K.; GONZÁLEZ-HOWARD, M. y LOPER, S. (2016). An exploration of Teacher Learning From an Educative Reform-Oriented Science Curriculum: Case Studies of Teacher Curriculum Use. *Journal Research in Science Teaching*, 54(2), pp. 141-168.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21340>
- MARTÍ, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.
- MARX, R. W.; FREEMAN, J. G.; KRAJICK, J. y BLUMENFELD, P. C. (1998). Professional Development of Science Teachers. En F. Tobin (ed.), *International Handbook of Science Education* (pp. 667-680). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- MCNEILL, K. y KNIGHT, A. (2013). Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Scientific Argumentation: The Impact of Professional Development on K-12 Teachers. *Science Education*, 97(6), pp. 936-972.  
<https://doi.org/10.1002/sce.21081>
- METZ, K. E. (1995). Reassessment of developmental constraints on children's science instruction. *Review of Educational Research*, 65(2), pp. 93-127.  
<https://doi.org/10.2307/1170709>
- METZ, K. E. (1997). On the complex relation between cognitive developmental research and children's science curricula. *Review of Educational Research*, 67(1), pp. 151-163.  
<https://doi.org/10.2307/1170622>
- METZ, K. E. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, 22(2), pp. 219-290.  
[https://doi.org/10.1207/s1532690xci2202\\_3](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2202_3)
- METZ, K. E. (2008). Narrowing the Gulf between the Practices of Science and the Elementary School Science Classroom. *The Elementary School Journal*, 109(2), pp. 138-161.  
<https://doi.org/10.1086/590523>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (MEC) (2006). Ley Orgánica 2/2006 del 3 de mayo de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, del 4 de mayo de 2006, 106, pp. 17158-17207.
- MONTEIRA, S. F. y JIMÉNEZ-ALEXANDRE, M. P. (2016). The Practice of Using Evidence in Kindergarten: The Role of Purposeful Observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), pp. 1232-1258.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2012). *A framework for K-12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.  
<https://doi.org/10.17226/13165>
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2006). *Assessing scientific, Reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: Author.  
<https://doi.org/10.1787/9789264026407-en>
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Recuperado de [goo.gl/ew8wcA](http://goo.gl/ew8wcA)
- PATTON, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods (2nd Edition)*. California: Sage.
- PIAGET, J. E y INHELDER, B. (1994). *Psicología del niño*. Madrid: Morata.
- PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- REISER, B. J.; BERLAND, L. K. y KENYON, L. (2012). Engaging Students in Scientific Practices of Explanation and Argumentation. *Science and Children*, 49(8), pp. 8-13.
- SANMARTÍ, N. (2001). Enseñar ciencias en secundaria: un reto muy complicado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 31-48.
- SHULMAN, S. (2005). Conocimiento y Enseñanza: Fundamentos de la Nueva Reforma. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), pp. 1-30.
- SHULMAN, S. y SYKES, G. (marzo, 1986). *A national board for teaching?: In search of a bold standard*. Trabajo encargado por la Task Force on Teaching as a Profession, Carnegie Forum on Education and the Economy, Nueva York, Estados Unidos.
- SINGER, J.; MARX, R. W.; KRAJCIK, J. y CLAY CHAMBERS, J. (2000). Constructing Extended Inquiry Projects: Curriculum Materials for Science Education Reform. *Educational Psychologist*, 35(3), pp. 165-178.  
[https://doi.org/10.1207/s15326985ep3503\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3503_3)

- SIRY, C. y MAX, C. (2013). The collective construction of a science unit: Framing curricula as emergent from kindergarteners' wondering. *Science Education*, 97(6), pp. 878-902.  
<https://doi.org/10.1002/sc.21076>
- TOMA, R. B.; GRECA, I. M. y MENESES-VILLAGRÁ, J. A. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), pp. 442-457.
- VÁZQUEZ-BERNAL, B.; JIMÉNEZ-PÉREZ, R. y MELLADO, V. (2016). ¿El tiempo garantiza el cambio en el profesorado? Estudio de un caso centrado en la evaluación de aprendizajes. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(2), pp. 139-154.  
<http://dx.doi.org/10.6018/reifop.19.2.252481>
- WORTH, K. (mayo, 2010). *Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process*. Conferencia presentada en la Universidad del Norte de Iowa, Estados Unidos.  
<http://ecrp.illinois.edu/beyond/seed/worth.html>
- XUNTA DE GALICIA (2009). Decreto 330/2009, por el que se establece el currículum de la educación infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia. *DOG*, 121, 23 de junio de 2009.
- XUNTA DE GALICIA (2015). *Plan Anual de Formación do Profesorado 2015/2016*. Comunidad Autónoma de Galicia: Xunta de Galicia.  
<http://www.edu.xunta.es/portal/pafp2015-2016>

---

# Scientific practices in early childhood education. An approach to the analysis of the curriculum and teacher training plans in Galicia

Inés M. Bargiela, Blanca Puig, Paloma Blanco Anaya

Departamento de Didácticas Aplicadas. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidade de Santiago de Compostela, España.  
ines.mosquera@usc.es, blanca.puig@usc.es, paloma.blanco@usc.es

This study is embedded in a broader investigation that seeks to explore students' and teachers' reflexive participation in scientific practices in Early Childhood Education.

In the last few years, scientific practices have gained force from international and national curriculum documents at this level of education (NRC, 2012; OECD; 2013; MEC, 2006). This paper aims to examine how scientific practices are framed and integrated in our curriculum, as well as in our initial and continuous early childhood teacher educational programmes. Two research questions drive this study:

- 1) How are scientific practices integrated in the early childhood education curriculum?
- 2) What initial and continuous training do the early childhood education teacher receive in order to promote scientific practices in their classroom? Specifically, how important are these practices in their training?

A mixed methodology is used, including a qualitative analysis of the scientific practices in early childhood curriculum and in teachers training annual's plan, as well as a quantitative analysis of initial teachers training programmes in our universities. For the identification of scientific practices' operations, a rubric is built based on the categories proposed by the NRC (2012), Gilbert and Justi (2016) and Erduran and Jiménez-Aleixandre (2007).

The results show that the scientific practice with highest presence in the curriculum is inquiry, followed by modelling and argumentation. Observation is the most frequent operation of inquiry. The explanation of (natural) phenomena is the most frequent operation of modelling, and among the argumentation practices, it is noteworthy that using and identifying evidences appears in all the prescriptive elements. The analysis of early childhood teachers' initial training plans in our universities show that two compulsory subjects on science education make reference to scientific practices. Only one of the activities identified in the continuous teacher-training plan is for early childhood education teachers.

Drawing from these results, an educational implication would be the need to promote activities in initial and continuous training early childhood education to enhance scientific practices. Researchers in science education should pay attention to the analysis of didactic strategies and resources that help early childhood teachers to introduce scientific practices in their classrooms. In order to promote the effective implementation of scientific practices, more emphasis should be put on teachers' training.

