



## Los cambios en las concepciones sobre evaluación en ciencias de futuros maestros de Primaria<sup>1</sup>

Lidia López-Lozano<sup>2</sup>, Emilio Solís<sup>3</sup>, Jorge Fernández-Arroyo<sup>4</sup>

Recibido: Octubre 2016 / Evaluado: Enero 2017 / Aceptado: Febrero 2017

**Resumen.** En este trabajo se describe y analiza el cambio en las concepciones sobre la evaluación en Ciencias de la Naturaleza que experimentan estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria en la Universidad de Sevilla, que participaron en un curso de formación inicial para aprender a enseñar ciencias en Primaria. Los 347 participantes se organizaron en 92 equipos distribuidos en cinco aulas dirigidas por cinco formadores distintos que compartían el mismo programa formativo. Se analizan las producciones escritas de evaluación elaboradas por estos equipos al inicio y al final del curso. Los resultados revelan que, mayoritariamente, hay un cambio en su conocimiento de la evaluación en las tres categorías estudiadas (sentido, instrumentos y contenido de la evaluación), aunque no se logra un predominio del enfoque formativo de la misma. Describimos los diferentes niveles de progresión sobre la evaluación que pueden servir de referencia en la formación inicial.

**Palabras clave:** Formación inicial de maestros; evaluación en ciencias en primaria; enseñanza de las ciencias; niveles de progresión.

### [en] Changes in conceptions of elementary pre-service teachers about assessment in science

**Abstract.** This paper describes and analyses the changes in conceptions about assessment in the subject of Natural Science undergone by students of the Master Degree in Primary Education at the University of Seville while participating in a training course focused on how to teach Natural Science in primary school. The 347 participants were organized into 92 teams, divided into five classrooms run by five different teachers all of whom following the same teaching strategy. We analyse the teams' written production on the topic of assessment at the beginning and at the end of the course. The results reveal that there is a change in their knowledge for the three categories studied by us (meaning, tools and content assessment), but the predominance of formative assessment approach is not achieved. We describe the different levels of progression on the topic of assessment that can serve as reference for primary pre-service teacher education.

**Keywords:** Pre-service primary teachers; assessment in elementary education; science education; levels of progression.

<sup>1</sup> Este artículo es parte del Proyecto I+D+i EDU2011-23551: *La progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros en un curso basado en la investigación y en la interacción con una enseñanza innovadora de las ciencias*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (hoy de Economía y Competitividad).

<sup>2</sup> Universidad de Sevilla (España)  
E-mail: lidialopez@us.es

<sup>3</sup> Universidad de Sevilla (España)  
Email: esolis@us.es

<sup>4</sup> Universidad de Sevilla (España)  
Email: jferarr10@us.es

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Marco de referencia teórico. 3. Metodología de investigación. 4. Resultados. 5. Conclusiones e implicaciones para la formación del profesorado. 6. Referencias bibliográficas.

**Cómo citar:** López-Lozano, L.; Solís, E. y Fernández-Arroyo, J. (2018). Los cambios en las concepciones sobre evaluación en ciencias de futuros maestros de Primaria. *Revista Complutense de Educación*, 29 (3), 35-52

## 1. Introducción

En una reciente revisión de los trabajos de los últimos 30 años, focalizados en las concepciones de profesores de ciencias principiantes (en sus primeros cinco años), queda reflejada la falta de estudios en el área de evaluación del aprendizaje (Luft, Dubois, Nixon y Campbell, 2015).

Por otra parte, como grupo de investigación sobre la formación inicial en el área de ciencias, se ha estudiado la progresión de las concepciones de una muestra reducida de futuros maestros sobre los contenidos escolares (Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011), las ideas de los alumnos (Martín del Pozo, Rivero y Azcárate, 2014) y la metodología de enseñanza (Rivero et al., 2011), pero no así de la evaluación.

Con este estudio, pretendemos describir y analizar el cambio producido en las concepciones sobre la evaluación en ciencias de una amplia muestra de futuros maestros.

## 2. Marco de referencia teórico

Las investigaciones en Didáctica de las Ciencias han puesto de relieve el fracaso de los enfoques transmisivos y la potencialidad de orientar la enseñanza de las ciencias por investigación escolar, IBSE (*Inquiry-based Science Education*, acrónimo en inglés) (NGSS, 2013; NRC, 2000). No obstante, este es un enfoque que se concibe y desarrolla a través de diversas interpretaciones (Barrow, 2006; Couso, 2014). Numerosos estudios ponen de manifiesto los obstáculos y la complejidad que supone para los profesores (en activo y en formación) poner en práctica este enfoque de enseñanza y aprendizaje (Capps y Crawford, 2013; Gillies y Nichols, 2015; Ireland, Watters, Brownlee y Lupton, 2012; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015; Yoon, Joung y Kim, 2012). Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2015) resumen en diez principios lo que debería guiar una propuesta de enseñanza de ciencias basada en la investigación para la formación inicial y la práctica docente. Uno de ellos concierne a la evaluación y afirman: “la evaluación es un componente crucial para el cambio de las prácticas de enseñanza cuando se persiguen objetivos innovadores” (p. 353). La evaluación se considera, pues como parte intrínseca del proceso de enseñanza y aprendizaje, influyente en cómo y qué aprenden los alumnos y en cómo y qué enseñan los profesores.

Por tanto, el primer paso para poder hablar de evaluación educativa sería reflexionar sobre su finalidad, de manera que guarde coherencia con el resto de los aspectos característicos de la evaluación (qué evaluar, cómo hacerlo, etc.) y de los

otros ámbitos curriculares (contenidos, metodología, etc.) (Black y Wiliam, 2009; Sanmartí, 2012).

Para Wilson (1994, p. 6) la finalidad de la evaluación responde a dos sencillas preguntas según sea el enfoque de enseñanza: “La forma tradicional de evaluación tiende a hacer esta pregunta: ¿Dominó el alumno los objetivos que se fijaron para él? Por el contrario, un constructivista debe hacer esta pregunta: ¿Dónde está el alumno en el proceso de construcción de su conocimiento acerca de este concepto?”

Desde un enfoque constructivista, la evaluación formativa o evaluación para el aprendizaje (Black y Wiliam, 2009) se interesa por los procesos del aprendizaje y, también, de la enseñanza. Así, toma un carácter de mejora y de regulación del aprendizaje de los alumnos, pero también y, no menos importante, del desarrollo del proyecto de enseñanza. Desde esta óptica, concebimos la evaluación como “un proceso de investigación que intenta dar cuenta, permanentemente, del estado de evolución de las concepciones o ideas de los alumnos, de la actuación profesional del profesor y, en definitiva, del propio funcionamiento del proyecto de trabajo” (García-Pérez, 2000).

Los instrumentos de evaluación que predominan y las características concretas de los mismos son muy diferentes según el enfoque adoptado. Así, en la evaluación tradicional el examen se posiciona como el instrumento fundamental. En la enseñanza por investigación, cobra importancia el proceso de construcción del aprendizaje del estudiante. Por tanto, la evaluación debe estar dotada de diversos instrumentos de evaluación que favorezca que tanto profesorado como alumnado tengan evidencias del estado actual y de la evolución de su propio aprendizaje (García-Pérez, 2000; Solís, 2012; Wang, Kao y Lin, 2010).

Con respecto al contenido de la evaluación, es decir, el qué se evalúa, tan importante son los resultados como los procesos que se ponen en juego para alcanzar ciertos resultados. Esto implica tanto flexibilizar los objetivos que se fijan a la hora de evaluar poniendo el foco en la propia progresión del aprendizaje, como evaluar el contenido conceptual, procedimental (destrezas de observación, obtención de datos, técnicas de trabajo de campo, etc.) y actitudinal (sentido crítico, de curiosidad, trabajo cooperativo...), adquiridos en el propio proceso de trabajo (Solís, 2012).

Hay estudios que revelan las limitaciones que conlleva analizar las concepciones sostenidas por los docentes basándose en posturas dicotómicas no solo por la complejidad de evaluar, sino también por el conjunto de creencias diferentes que presentan sobre el papel de la misma en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Remesal, 2011). El paso de posturas tradicionales a posturas constructivistas e investigativas es complejo y exige transiciones a medida que se van superando ciertos obstáculos de aprendizaje. Numerosos estudios proponen secuenciar el aprendizaje a lo largo de trayectorias conceptuales o progresiones de aprendizaje (Duschl, Maeng y Sezen, 2011). De modo que, a través de los estadios sucesivos o “escalones” que se pueden formular entre el nivel de partida y el superior en la construcción de un conocimiento, se puede establecer un posible camino o *itinerario de progresión* (Porlán et al., 2010; Solís, Porlán y Rivero, 2012). Estas progresiones son estrategias para formular y desarrollar ambientes de aprendizaje que alinean contenido escolar, metodología y evaluación (Duschl et al., 2011). Además, son una buena herramienta tanto para analizar la evolución del conocimiento,

como para inferir los obstáculos o facilidades que aparecen en la construcción de dicho conocimiento. Por tanto, no debemos pensar solo en clave de cambios hacia el conocimiento deseable (progresión), sino en idas y venidas entre ese conocimiento deseable y las posibles etapas intermedias (o de transición) (Rodríguez-Marín, Fernández-Arroyo y García, 2014).

### 3. Metodología de investigación

#### 3.1. Contexto y participantes

Esta investigación se sitúa en un curso de formación inicial de maestros en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales de 9 créditos correspondiente al 2º curso del Grado de Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Se investigaron 5 clases dirigidas por cinco formadores distintos, que compartían el mismo programa formativo, durante el curso 2012-2013, implicando un total de 347 estudiantes agrupados en 92 equipos de trabajo de 3 a 6 estudiantes.

El propósito de la estrategia formativa usada es la de enseñar a los estudiantes del Grado de Maestro a enseñar ciencias en Primaria tomando como referente la investigación escolar. Los estudiantes disponían de un *Cuaderno de trabajo* (con guiones de análisis, guiones de reflexión, documentos de contraste y audiovisuales) y de una carpeta en el *Campus Virtual* para incluir sus propuestas (Ezquerria y Rodríguez, 2013; Rivero et al., 2012). El curso gira en torno a cinco temáticas: la ciencia como materia de enseñanza, los contenidos escolares, las ideas de los alumnos, metodología de enseñanza y la evaluación. La secuencia de trabajo es la que sigue.

Primero, cada equipo de trabajo selecciona libremente un contenido de Ciencias de la Naturaleza del currículo de Primaria para elaborar su primera propuesta para enseñar dicho contenido (Diseño 1, DS1) a partir de sus conocimientos y experiencias. Este diseño se realizó sin ninguna pauta ni restricción. Una vez elaborado, se caracterizaron los elementos curriculares del diseño y, a partir de ahí, se trabajan cada uno de los ámbitos curriculares mencionados mediante actividades de contraste con documentos (escritos y audiovisuales) y puestas en común. Estas actividades desembocan en un guion de reflexión sobre cada elemento curricular en el que se deben indicar las posibles modificaciones del diseño.

Llegados a este punto, deben elaborar su segunda propuesta de enseñanza (Diseño 2, DS2), recogiendo las modificaciones que se hayan ido proponiendo. Como última actividad de contraste se trata de observar cómo en la práctica real se lleva a cabo una enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, utilizando videos con secuencias completas de actividades en aulas de Primaria (Ezquerria y Rodríguez, 2013), debatir sobre ello y cumplimentar un guion de reflexión sobre estas prácticas observadas. Esto conduce a la elaboración de una tercera y definitiva propuesta de enseñanza (Diseño 3, DS3), que se compara con las dos primeras. Por tanto, la construcción progresiva del conocimiento está muy presente mediante la reelaboración continua de la propuesta de enseñanza que diseñan los equipos (Figura 1).

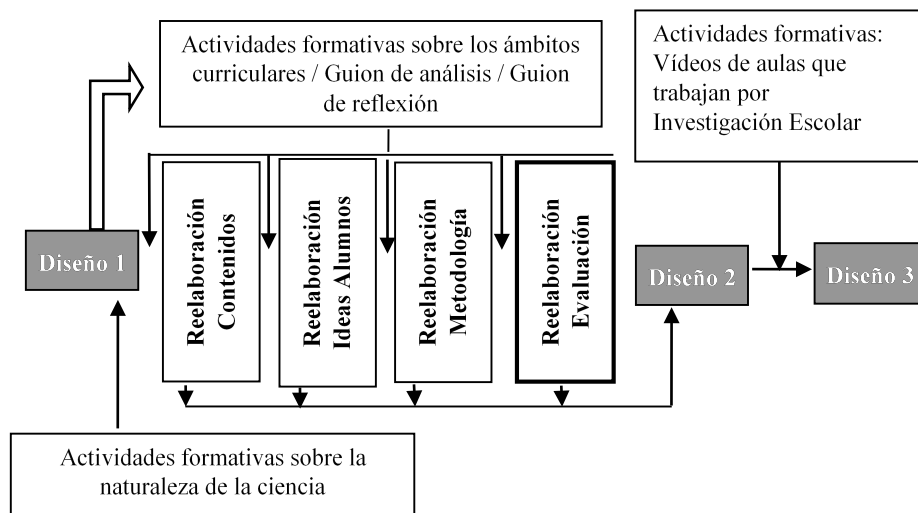


Figura 1. Curso de formación para aprender a enseñar ciencias en Primaria.  
Adaptado de Solís y López-Lozano (2014)

### 3.2. Objetivo del estudio

Como se ha indicado anteriormente, el objetivo de este estudio es documentar el cambio detectado en el conocimiento didáctico acerca de la evaluación en ciencias de estos futuros maestros a lo largo del curso formativo ya descrito. De acuerdo con esto, la pregunta central es ¿cómo cambia el conocimiento didáctico sobre la evaluación de los futuros maestros cuando participan en un curso para aprender a enseñar ciencias? Consecuentemente, pretendemos responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Para qué evalúan, es decir, qué sentido le dan a la evaluación?
- ¿Cómo proponen evaluar?
- ¿Qué evalúan en su propuesta de enseñanza?
- ¿En qué medida cambian el *para qué*, el *cómo* y el *qué evaluar*?

### 3.3. Sistema categorial

Cada categoría de evaluación implícita en los problemas expuestos —Sentido, Instrumentos y Contenido— se considera bajo niveles creciente de complejidad. Cada una de ellas toma diferente significado según el enfoque evaluativo: desde el más tradicional (evaluación *de* aprendizajes) al centrado en la evaluación *para el* aprendizaje (formativa y formadora) (Black y Wiliam, 2009).

El primer planteamiento, el tradicional, suele ser habitual entre los futuros maestros (Solís, 2012; Wang et al., 2010) y constituyen el nivel de partida mayoritario en el proceso de formación, que hemos denominado nivel N1. El enfoque formativo, como formadores, es el enfoque que consideramos de referencia dado el consenso actual que existe entre colectivos de profesionales, investigadores y las reformas educativas en la

Enseñanza de las Ciencias basada en enfoques de investigación escolar (Harlen, 2013) que denominamos nivel N3. Entre ambos niveles de conocimiento existen enfoques intermedios en los que la evaluación sigue teniendo la función de “medida”, pero empieza a centrarse en el alumno e, incluso, en el proceso e incorpora algunas herramientas de evaluación como podrían ser la observación, el análisis de los trabajos realizados y ejercicios. De este modo, realmente sigue siendo una evaluación finalista, pero con cierto carácter procesual, aunque asistemática (Solís, 2012). Correspondería a un nivel de transición, que denominamos nivel N2. Es el nivel que consideramos posible durante la formación, que no significa ni inalcanzable ni insuperable. Consecuentemente, estos niveles tienen un carácter hipotético deductivo, apoyado por estudios previos.

Durante el proceso de análisis de datos, surgieron informaciones en las tres categorías, que no era posible categorizarlas en los niveles previstos, pues correspondían a planteamientos intermedios entre los niveles N1 y N2 y éste con N3. Estos niveles intermedios que surgieron de los propios datos los denominamos N1-2 y N2-3, respectivamente. Asimismo, se detecta un nivel de menor complejidad que el N1 previsto ya que implica la falta de consideración de alguna de las categorías estudiadas, nivel N0. Todos estos niveles tienen, pues, un carácter inductivo. El resultado es el que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles descritos para las categorías de estudio.

Categorías de estudio				
Enfoque	Niveles	Sentido	Instrumento	Contenido
Tradicional (más o menos evolucionado)	N0 (ausencia de información) (Inductivo)	No explican el sentido dado a la evaluación.	No se presenta instrumento evaluativo.	No explican qué se evalúa.
	N1 (nivel habitual de partida) (Deductivo)	Comprobar el nivel alcanzado por el alumnado según los objetivos previstos.	El instrumento fundamental es el examen escrito.	El nivel conceptual alcanzado por el alumnado respecto a los objetivos previstos.
	N1-2 (nivel intermedio) (Inductivo)	Comprobatoria (medir niveles), pero también, de alguna manera, se considera la evaluación como vía de información de la actividad docente.	Otros instrumentos, además del examen, utilizados puntualmente para obtener promedios.	Fundamentalmente el nivel conceptual, pero, también, se tiene en cuenta la actitud y los procedimientos alcanzados por el alumnado.
De transición hacia el formativo (más o menos evolucionado)	N2 (nivel posible) (Deductivo)	Evaluar para valorar el cambio de las ideas de los alumnos y, a veces, la propuesta de enseñanza.	Diversidad de instrumentos para evaluar al alumnado	Nivel conceptual, procedimental y actitudinal. Además, a veces, de manera anecdótica, evaluación de la propuesta de enseñanza
	N2-3 (nivel intermedio) (Inductivo)	(No se detecta en los datos)	Diversidad de instrumentos para evaluar al estudiante y, además, alguno para evaluar algún aspecto de la enseñanza	Desarrollo o adquisición de competencias del estudiante, además de evaluar algún aspecto de la propuesta de enseñanza
Formativo/ investigación escolar	N3 (nivel de referencia) (Deductivo)	Evaluar para la regulación y mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje	Diversidad de instrumentos para evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje a lo largo del proceso.	Progresión en el aprendizaje y la adecuación de la enseñanza para provocar aprendizajes.

Estos niveles de complejidad creciente corresponderían a lo que Zembal-Saul et al. (2002) denominan *levels of representation* (niveles de representación) del conocimiento de los profesores.

### **3.4. Instrumentos de investigación**

Para la obtención de los datos utilizamos los diseños DS1 y DS3, elaborados por cada uno de los 92 equipos, lo que significa que analizamos 181 informes (dado que no se entregaron 3 diseños). La elección del documento escrito como principal fuente de información se apoya en una reciente revisión de trabajos relacionados con el uso de documentos escritos por el profesorado (Solís et al., 2012) que revela que, las producciones escritas son valiosas fuentes de información tanto del conocimiento y práctica del profesorado, como del cambio que experimentan a lo largo de un proceso.

### **3.5. Obtención y análisis de datos**

Presentamos un estudio cualitativo con un enfoque de tipo descriptivo-interpretativo, basado en la técnica de análisis de contenido tipo tema siguiendo las fases propias de este tipo de análisis (Bardin, 1986).

Todos los documentos fueron importados en el software de análisis cualitativo Atlas.ti, versión 6.2. Tras la lectura de los documentos se identificaron unidades de información (UI en adelante) significativas según las tres categorías de análisis, para su posterior clasificación atendiendo a los niveles descritos (ver Tabla 1). Así se pudo establecer una representación del cambio de los equipos del inicio al final del curso (Porlán et al., 2010)

Por último, se llevó a cabo un proceso de validación por un sistema de triangulación en el que el 25% de las UI codificadas de cada categoría fue analizado independientemente por tres investigadores. Hubo un índice de concordancia superior al 85%, las discrepancias se negociaron y en el caso de no alcanzar acuerdos se optó por la opción mayoritaria.

## **4. Resultados**

Para presentar los resultados, en primer lugar, haremos referencia a los niveles detectados y, en segundo lugar, al cambio de nivel en los diseños inicial y final (DS1 y DS3), para cada una de las tres categorías estudiadas. Las UI que se exponen quedan caracterizadas por un código del tipo: E8.DS1, sería la clase E, equipo 8, Diseño 1.

### **4.1. Niveles detectados al inicio y al final del curso en cada categoría de análisis.**

En la Figura 2 se muestran los porcentajes de los equipos en cada uno de los niveles en cada categoría de estudio en ambos diseños a modo de mapa de densidad (Solís et al., 2012).

Sentido	DS3	17.39	25	19.56	35.87		2.2
	DS1	53.26	39.13	2.17	3.26		2.2
Instrumento	DS3	12	7.6	18.5	51	9.8	1.1
	DS1	21.7	36.9	30.4	9.8	1	1.1
Contenido	DS3	10.9	4.35	35.9	38	9.8	1.1
	DS1	35.9	29.3	26	5.4	2.2	1.1
		N0	N1	N1-2	N2	N2-3	N3

Figura 2. Densidades de equipos en las categorías de estudio.

En la categoría *Sentido de la evaluación* en el DS1, el nivel más frecuente fue el N1 (39.13%) teniendo en cuenta que obtuvimos que la mayoría (53.26%) no hace referencia explícita al sentido que le dan a la evaluación (N0). Una cita representativa del nivel N1, sería:

Con la evaluación se pretende indagar si los alumnos/as han alcanzado a lo largo de la actividad los objetivos propuestos. (E10.DS1)

En el DS3, la mayor concentración de equipos se sitúa en el nivel intermedio N2 (35.87%). Por lo que la tendencia final es entender la evaluación como manera de valorar los cambios en el aprendizaje entre el inicio y el final del proceso de enseñanza. Léase la siguiente cita representativa del nivel N2:

Por último, se realiza la evaluación de los alumnos. De esta forma el profesor/a conocerá que han aprendido los alumnos y que no han aprendido o qué les ha costado más trabajo. Y lo más importante, conocer qué cambios se han producido en las ideas de los alumnos: que ideas nuevas han adquirido, cuales han reelaborado o cuáles han dejado intactas. Para ello, el maestro deberá contrastar las ideas iniciales con los resultados de la evaluación. (*sic*) (A1.DS3)

Se detectan, tanto al inicio como al final, tres equipos (uno se mantiene en ese nivel y, otros dos, lo hacen al inicio y al final, respectivamente) que declaran evaluar con finalidades de mejora y de regulación del proceso de enseñanza y aprendizaje, el nivel de referencia N3. De este modo, declaran lo siguiente:

Nuestra evaluación tendrá un carácter globalizador, formativo (mejora de los procesos), contextualizado, adaptándose a una realidad en concreto: nuestra aula y nuestros alumnos, así como de detección de posibles necesidades. Evaluamos para la toma de decisiones; para ir mejorando constantemente nuestra actuación (recordemos el carácter flexible que hemos dado a nuestro diseño-unidad didáctica). (F13. DS1 y DS3)

En lo que se refiere a *cómo evaluar (Instrumentos)*, inicialmente, la propuesta mayoritaria es el examen (36.9%), sin olvidar que algo más del 20% de los equipos



no incluye la evaluación en su propuesta de enseñanza. Por otro lado, ya desde el inicio, la propuesta de instrumentos es variada a juzgar por la distribución de los porcentajes de los distintos niveles.

En el diseño final, la mayoría de los equipos se sitúan en el nivel previsto como posible (N2) (51%). Un ejemplo de esta propuesta en un diseño final es:

Respecto a la primera versión hemos modificado los instrumentos de evaluación (...) hacemos una evaluación continua acerca de las actitudes, intereses y resultados de los alumnos. Lo que nosotros vamos a evaluar a lo largo del trimestre son: Evaluación de las fichas de actividades. Evaluación de murales. Evaluación del examen. Prueba escrita. Evaluación de experimentos. El orden de estas evaluaciones sería tal como hemos planteado en nuestra metodología. Dándole más importancia a la evaluación de experimentos, la exposición y realización de murales, prueba escrita y las fichas de actividades. *(sic)* (E13. DS3)

No obstante, en ambos diseños también surgen niveles intermedios. El nivel N1-2 (intermedio entre el nivel de partida y el posible), tiene más presencia al inicio que al final. De manera que, se propone algún que otro instrumento de evaluación, además del examen, pero el peso lo sigue llevando la prueba escrita, léase:

El examen final del tema será la nota de más peso, con respecto al resto de notas de las actividades a lo largo del tema, que valdrán 60% examen y 40% actividades. *(sic)* (C8.DS1)

En cambio, el nivel intermedio N2-3 (intermedio entre el nivel previsto como posible y el de referencia) gana presencia al final, aunque en un porcentaje bajo (del 1% al 9.8%). Representa una propuesta muy variada de instrumentos, centrada, principalmente, en evaluar al alumno, pero que, también, propone algún instrumento a través del cual poder valorar algún aspecto de la enseñanza. Por ejemplo, este equipo que plantea un diario de clase con tal propósito:

*Técnicas.* Utilizaremos un diario de clase en el que anotaremos todo lo que nos proponemos realizar antes de cada sesión: explicación de cada actividad, tiempo dedicado a las mismas, objetivos que nos proponemos con cada una y actitudes que creemos que los alumnos pueden tomar con la sesión.

Al finalizar la clase volveremos al diario y contrastaremos lo que habíamos escrito en un principio con lo que ha ocurrido en la clase en realidad. De esta forma podremos observar y tomar nota de las posibles dificultades con las que se hayan podido encontrar los alumnos, al igual de los aspectos a mejorar por nuestra parte. *(sic)* (J17.DS3)

En cuanto al *qué evaluar (Contenido)*, al inicio, la mayoría se distribuye entre los que no explicitan qué se evalúa en su propuesta de enseñanza (35.9%) y quien sí lo hace, que se sitúa, principalmente, en el N1 (29.3%). En el diseño final, la mayoría se posiciona entre el N1-2 (35.9%) y el nivel N2 (38%). Representativo de este último es la siguiente unidad de información:

El alumnado debe de conocer previamente los mecanismos y criterios de evaluación, han de saber que se les va a evaluar tanto hechos, como conceptos, procedimientos, valores, normas y actitudes. *(sic)* (E15.DS3)

Así, un ejemplo del nivel intermedio N1-2 en la propuesta final sería: Vamos a basarnos principalmente en el aprendizaje conceptual del alumno, y según veamos lo evaluaremos positivamente o negativamente según lo que nos presente. Haremos lo mismo con el aprendizaje procedimental y actitudinal, uniendo los tres aprendizajes para llegar al nivel al que ha llegado el alumno. (...) Nos hemos basado bastante más en los contenidos conceptuales que en los demás contenidos, porque nos parece mejor que los contenidos tanto actitudinales como procedimentales tenemos que tenerlos muy en cuenta a la hora de evaluar, pero no resaltan más que los mismos contenidos conceptuales. (*sic*) (C14. DS3)

Las propuestas de un nivel de transición N1-2 (en la que se introduce la valoración de las actitudes y los procedimientos de los estudiantes) aumentan ligeramente (del 26% inicial al 35.9% al final) y, las del nivel N2-3, son algo más relevantes al final como ocurría en la categoría anterior (2% frente al 9.8% final). Estos equipos proponían atender el desarrollo de las capacidades de los alumnos o la adquisición de ciertas competencias, así como hacer una valoración final de la actividad docente.

En resumen, en el diseño inicial lo predominante es no hacer una propuesta de evaluación en su diseño inicial de enseñanza (N0). De los que la hacen, la mayoría conciben la evaluación como medida del aprendizaje (N1) a través, fundamentalmente del examen escrito, teniendo en cuenta las actividades realizadas por los alumnos (N1 y N1-2) y, evaluando, básicamente, contenido conceptual y considerando el comportamiento de los alumnos (N1 y N1-2). En el diseño final, lo mayoritario es valorar el cambio entre las ideas iniciales y finales de los alumnos a través de cierta variedad de instrumentos (N2) y evaluando no solo contenido conceptual sino, también, procedimental y actitudinal (N2). Un número irrelevante de equipos llega a proponer una evaluación formativa (N3) tanto al inicio como al final.

#### 4.2. El cambio en los diseños de los equipos

En la Tabla 2 se detallan los cambios que se detectan en cada categoría (Pilitsis y Duncan, 2012). Sin duda, el hecho de que gran parte de los equipos no haya pensado en la evaluación como ámbito curricular relevante a la hora de proponer una propuesta de enseñanza ha condicionado mucho el sentido de estos cambios y, en consecuencia, los resultados obtenidos. Como puede verse, los cambios mayoritarios son los que implican *progresión* y en torno al 65% de los equipos siguen esta tendencia, mientras que, alrededor del 25% no cambia su propuesta, hay *estabilidad*. Los casos de *regresión* son prácticamente irrelevantes.

Tabla 2. Cambios del diseño 1 al diseño 3 en cada categoría.

<b>CAMBIOS DS1-DS3</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>Tipos</b>	<b>N equipos</b>	<b>N equipos</b>	<b>N equipos</b>
<b>Progresión (P)</b>	<b>60 (65.27%)</b>	<b>60 (65.27%)</b>	<b>59 (64.13%)</b>
N0→N1	13	1	2
N0→N1-2	13	3	7
N0→N2	14	14	17
N0→N2-3	-	1	5
N1→N1-2	3	6	10
N1→N2	16	16	9
N1→N2-3	-	4	2
N1-2→N2	-	11	4
N1-2→N2-3	-	3	1
N2→N2-3	-	-	1
N2→N3	1	1	-
<b>Estabilidad (E)</b>	<b>24 (26.1%)</b>	<b>20 (21.73%)</b>	<b>24 (26.1%)</b>
N0→N0	9	1	2
N1→N1	10	4	2
N1-2→N1-2	2	8	16
N2→N2	2	6	4
N2-3→N2-3	-	1	-
N3→N3	1	-	1
<b>Regresión (R)</b>	<b>8 (8.7%)</b>	<b>12 (13%)</b>	<b>9 (9.8%)</b>
N1→N0	7	4	4
N1-2→N0	-	5	3
N2→N0	-	1	-
N2-3→N0	-	-	1
N1-2→N1	-	1	-
N2→N1-2	-	1	-
N3→N2	1	-	1

En relación al *Sentido de la evaluación*, un importante porcentaje de equipos (65.27%) progresa en su diseño. Casi la mitad de los equipos (40) parten del nivel N0 (no consideran la evaluación) y progresan alcanzando tanto el nivel más simple (N1) como el intermedio N1-2 y el nivel posible (N2). No hay una tendencia predominante como sí ocurre cuando hay una propuesta inicial, donde la tendencia mayoritaria es partir del nivel más simple y acabar proponiendo una evaluación que pretende valorar el cambio de ideas de los estudiantes entre el inicio y el final de la instrucción (nivel N2, 16 equipos). Léase, como ejemplo del cambio predominante, lo siguiente:

En cuanto a la evaluación, la técnica que usaremos es la realización de actividades la cual la iremos guardando en una carpeta y al final del tema la cogeremos y la evaluaremos. También realizaremos una pequeña prueba de examen para comprobar y evaluar lo que los alumnos han aprendido y conocer si han logrado los objetivos previstos. (A14.DS1)



Una vez terminada la sesión realizaremos una actividad individual para conocer si los alumnos han adquirido nuevos conocimientos o si han modificado las ideas previas iniciales. (A14.DS3)

La estabilidad tiene cierta importancia, ya que se detecta en el 26.1% de los equipos. Mayoritariamente, se mantienen en la postura de no incluir la evaluación en su propuesta o de mantener una propuesta evaluativa con finalidad tradicional (9 y 10 equipos de los 24 que se mantienen estables, respectivamente). Además, se dan casos excepcionales que representan un tipo de retroceso que consiste, básicamente, en eliminar información acerca de la evaluación (7 equipos) en su propuesta final de enseñanza.

Por otro lado, los cambios que implican un conocimiento más complejo de la evaluación (N3), se detectan solo en dos equipos.

En lo referido *al cómo evaluar*, predominan los equipos que explicitan cómo van a evaluar (72 de los 92 equipos). Además, la minoría restante que no lo hizo al principio, acaba haciéndolo, excepto uno. Según esto, dentro de la tendencia mayoritaria de progresión (60 equipos), predominan los que parten del nivel N1 (26 equipos) y, el cambio más frecuente, es alcanzar el nivel posible N2 (41 equipos). Un ejemplo del cambio predominante sería el siguiente:

Para acabar con el tema del aparato locomotor, realizaremos un examen escrito con el que evaluaremos los conocimientos adquiridos y si han superado los objetivos propuestos. El examen consta de 5 preguntas, en las que combinamos definiciones, relacionar extremidades del cuerpo humano con músculos y huesos, localizar estos en el cuerpo... (F3.DS1)



— Observación y anotaciones de clase: apuntaremos los aspectos más significativos de la participación de nuestros alumnos en clase. Así, anotaremos el avance en los conocimientos que van adquiriendo nuestros alumnos en función de las respuestas que den a la hora de participar en las actividades, el grado de participación de cada alumno, la implicación que tienen en los grupos de trabajo...

— Revisión de los cuadernos y trabajos de clase: revisaremos todos los resúmenes, mapas conceptuales y demás trabajos que los alumnos tengan que entregar al finalizar las actividades en las que se pida.

— Examen: al acabar con el tema se realizará un examen escrito de 10 preguntas en el que veremos el grado de consecución de los objetivos y el progreso que han conseguido a lo largo de este tiempo. (F3.DS3)

También hemos detectado una progresión que consideramos de menor entidad, alcanzar el N1-2 (9 equipos) y otras que valoramos de mayor importancia hacia el nivel N2-3 desde el N0, N1 o N1-2, experimentadas en 8 equipos. De los equipos que mantienen sus planteamientos iniciales, predominan los que se identifican con el nivel intermedio N1-2.

En la categoría *Contenido*, algo más de un tercio de los equipos no declaran qué se evalúa en su propuesta inicial (33 de 92 equipos). Como en las anteriores categorías, los itinerarios mayoritarios son los que implican progresión (64.13%) siendo la tendencia predominante alcanzar el nivel N2 desde la ausencia de propuesta de evaluación (17 equipos). No obstante, partiendo de una propuesta de evaluación, los itinerarios más habituales son partir del N1 y alcanzar el N1-2 o el N2 (10 y 9 equipos, respectivamente). Un ejemplo de esta primera tendencia (N1 · N1-2) sería la siguiente:

Evaluación:

La evaluación la realizaremos con una actividad individual y de forma escrita en la que cada alumno deberá responder a una serie de cuestiones con los conceptos aprendidos y estudiados a lo largo de cada tema. Y serán evaluados según sus conocimientos expuestos en la prueba. (F18.DS1)



Y finalmente serán evaluados según sus actitudes a lo largo del curso, según su participación en clase, las actividades realizadas, la forma de llevar el temario día a día y los conocimientos expuestos en la prueba final. (F18.DS3)

Hay un grupo significativo de 9 equipos que reflejan una evolución de mayor entidad hacia el nivel N2-3, y, además, 5 de ellos lo hacen desde el nivel N0. Por otro lado, se repite la tendencia de estabilidad que se daba en la categoría anterior, es decir al nivel N1-2.

Se ha advertido un equipo que mantiene una propuesta de evaluación según nuestro nivel de referencia (N3), la finalidad de la evaluación mantiene coherencia con el contenido a evaluar, aunque no así con los tipos de instrumentos para llevar a cabo tal proposición. En esta dirección, debemos apuntar que algunos equipos ya iniciaron el curso aproximándose a una evaluación con características formativas (nivel N2-3) en cuanto al qué y con qué evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje, aunque no se presentó coherencia en las tres categorías, si bien, son más los que llegan a este nivel tras la estrategia formativa. En definitiva, si atendemos la Tabla 2 estos cambios que implican niveles de complejidad mayor son más característicos de las categorías que atienden el contenido y los instrumentos de evaluación que aquella referida al sentido que tiene dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje.

En resumen, podemos decir que los diseños cambian con predominio de la progresión frente a la estabilidad y la regresión. La progresión se da desde una concep-

ción tradicional de la evaluación hacia el nivel considerado como posible (N2), en el que se pretende valorar el cambio en las ideas de los alumnos mediante variedad de instrumentos atendiendo el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. La estabilidad tiene una importante presencia en todas las categorías, fundamentalmente, al incorporar algún instrumento evaluativo además del examen escrito y la valoración del comportamiento de los alumnos (N1-2). Sin embargo, la finalidad de la evaluación se mantiene acorde a una visión tradicional (N0 y N1). La regresión se encamina hacia la eliminación de información relativa a la evaluación (N0).

## 5. Conclusiones e implicaciones para la formación del profesorado

Si hacemos un seguimiento equipo por equipo, podemos concluir que, tal y como se preveía, al iniciar el curso de formación la mayoría de los equipos se sitúan en planteamientos acordes a un enfoque tradicional de la evaluación más o menos desarrollado (niveles N0, N1 y N1-2), en todas las categorías o, al menos, en dos de ellas (84 equipos). Además, de estos, 15 equipos no se plantean la evaluación cuando diseñan la propuesta didáctica. En la situación intermedia más o menos evolucionada (N2 y N2-3) encontramos 4 equipos. Solo dos equipos le dan un sentido formativo a la evaluación (N3) (ver Figura 3).

Estos resultados coinciden con los de Campbell y Evans (2000) sobre la ausencia de información sobre la evaluación en los diseños elaborados por los futuros maestros. Otros resultados resaltan la predominancia del enfoque tradicional de la evaluación del que parte el profesorado (Graham, 2005; Hargreaves, 2005; Pilitsis y Duncan, 2012; Wang et al. 2010). Ello podría explicarse por la importante influencia de sus experiencias durante la escolaridad fuertemente caracterizada, en general, por una evaluación tradicional (Capps y Crawford, 2013; Graham, 2005; Maclellan, 2004; Porlán et al., 2011). Esto representa el punto de partida en la formación inicial para explicitar, analizar y poder contrastar estos planteamientos tradicionales, como se ha hecho en el programa formativo desarrollado.

Tras la estrategia formativa, podemos concluir que, la mayoría de los equipos le da un sentido a la evaluación más allá de la mera comprobación del nivel alcanzado por los estudiantes, 74 equipos plantean diversidad de instrumentos para evaluar y 78 equipos evalúan no solo el aprendizaje conceptual. Todo ello es indicador de la superación del nivel de partida previsto (N1). A pesar de esto, esta superación es parcial teniendo en cuenta que el nivel intermedio N1-2 tiene cierta presencia en los diseños. Así, los equipos se reparten entre planteamientos tradicionales más o menos evolucionados (46 equipos en todas o en dos de las tres categorías) y los que llegan al nivel intermedio más o menos evolucionado (44 equipos en todas o dos de las tres categorías en N2 y N2-3). Es destacable que, en relación al enfoque formativo de la evaluación (N3), encontramos solo un equipo vinculado al mismo (ver Figura 3).

Asimismo, no podemos obviar la importante presencia de equipos que mantienen su propuesta inicial, generalmente, manteniendo enfoques tradicionales de la evaluación. Los diferentes cambios que han surgido advierten de las múltiples ideas que coexisten en los equipos. Esto ocurre en el estudio de Pilitsis y Duncan (2012) asumiéndolo como parte del propio proceso de cambio en las ideas y, también, de la programación de las actividades formativas.

Estos resultados manifiestan, por un lado, que se han dado avances tras la estrategia formativa (Buck, Trauth-Nare y Kaftan, 2010; Graham, 2005), pero, por otro lado, la resistencia hacia el cambio en este ámbito curricular y el conocimiento desestructurado de la evaluación que han mostrado los futuros maestros en vista de la desconexión entre el sentido, instrumentos y contenido de la evaluación (Graham, 2005; Maclellan, 2004; Wang et al., 2010). Tal vez, uno de los obstáculos que subyace sea que estos maestros en formación no identifican la evaluación como instrumento a través del cual obtener información sobre cómo construyen sus alumnos su conocimiento con el objetivo de ayudarles a progresar en esta tarea, ni como indicador de lo que acontece en el aula (Cañal, Travé y Pozuelos, 2011). En los diseños finales apenas se aprecia la incorporación de esta perspectiva, pero sigue siendo tremendamente difícil adoptar, a nivel de diseño, el enfoque de investigación escolar en lo referente a la evaluación.

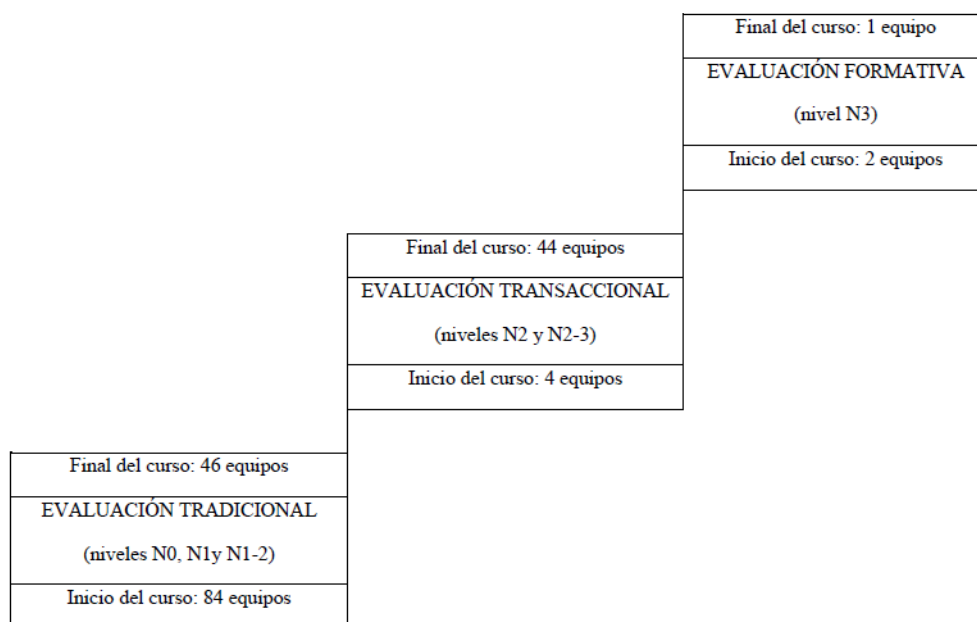


Figura 3. Número de equipos según las concepciones sobre la evaluación al inicio y al final del curso. Nota: Hay 2 equipos que no entregan el diseño inicial y 1 equipo que no entrega el diseño final.

Como limitaciones del trabajo podemos apuntar, además de los condicionantes propios de la formación inicial (falta de tiempo, muchos estudiantes en el aula, incoherencia metodológica entre las materias y desvinculación con las prácticas, entre otros) que dificultan el aprendizaje de un conocimiento didáctico más complejo, la dificultad de analizar diseños que no solamente contienen propuestas concretas, también declaraciones y aportaciones más o menos teóricas.

En cuanto a las implicaciones de este estudio, somos conscientes de la dificultad que conlleva cambiar las concepciones de los maestros en formación inicial. Como hemos expuesto anteriormente, no se trata de reemplazar una visión de la evaluación por otra nueva, ni parece que baste con poseer los conocimientos teóricos necesarios

(Campbell y Evans, 2000). Más bien, implica involucrar a los futuros maestros en la reflexión sobre sus propias creencias con el fin de ayudarles a evolucionar sustantivamente en sus conocimientos didácticos (Graham, 2005; Porlán et al., 2010; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015; Wang et al., 2010). Diferentes estudios (Buck et al., 2010; Graham, 20005; Maclellan, 2004; Wang et al., 2010) apuntan la necesidad de trabajar en la formación inicial la evaluación como parte integrante de una propuesta de enseñanza durante su diseño. De manera que, se conecten los resultados de la evaluación con los procesos de aprendizaje y las decisiones que se toman sobre la planificación de la enseñanza. Relacionado con esto, para Maclellan (2004) es fundamental contrastar sus ideas iniciales con lecturas apropiadas en los cursos de formación para promover dicha reconstrucción. En definitiva, como plantean diversos estudios (Buck et al., 2010; NGSS, 2013; Pilitsis y Duncan, 2012; Wang et al., 2010; Yoon et al., 2012), existe la necesidad de poner en marcha estrategias formativas en las que se trabaja en contextos de aprendizaje reales y en torno a ciclos de planificación, enseñanza, evaluación y reflexión en la que los futuros maestros puedan articular y examinar sus diferentes e incluso confusas creencias relativas a la evaluación.

## 6. Referencias bibliográficas

- Bardin, L. (1986). *El análisis del contenido*. Madrid: Akal.
- Barrow, L. (2006). A Brief History of Inquiry: from Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265-278.
- Black, P. y Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21, 5-3.
- Buck, G. A., Trauth-Nare, A. y Kaftan, J. (2010). Making formative assessment discernable to pre-service teachers of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 402-421.
- Campbell, C. y Evans, J.A. (2000). Investigation of Preservice Teachers' Classroom Assessment Practices During Student Teaching. *The Journal of Educational Research*, 93(6), 350-355.
- Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F. J. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.
- Capps, D. K. y Crawford, B. A. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Couso, D. (2014). "De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". *Actas de los 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Universidad de Huelva.
- Duschl, R., Maeng, S. y Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
- Ezquerro, A. y Rodríguez, F. (2013). Aprender a enseñar ciencias a maestros en formación a través del uso del vídeo. *Investigación en la Escuela*, 80, 67-76.
- García-Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, V (207). En: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm>.



- Gillies, R. y Nichols, K. (2015) How to Support Primary Teachers' Implementation of Inquiry: Teachers' Reflections on Teaching Cooperative Inquiry-Based Science. *Research in Science Education*, 45, 171-191.
- Graham, P. (2005). Classroom-based assessment: Changing knowledge and practice through pre-service teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 21(6), 607-621.
- Hargreaves, E. (2005). Assessment for learning? Thinking outside the (black) box. *Cambridge Journal of Education*, 35(2), 2113-224.
- Harlen, W. (2013). *Assessment and Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste, Italy: Global Network of Science Academies.
- Ireland, J. E., Watters, J. J., Brownlee, J. y Lupton, M. (2012). Elementary Teacher's Conceptions of Inquiry Teaching: Messages for Teacher Development. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 159-175.
- Luft, J. A., Dubois, S. L., Nixon, R. S. y Campbell, B. K. (2015). Supporting newly hired teachers of science attaining teacher professional standard. *Studies in Science Education*, 51(1), 1-48
- MacLellan, E. (2004). Initial knowledge states about assessment: novice teacher' conceptualisations. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 523-535.
- Martín Del Pozo, R., Porlán, R. y Rivero, A. (2011). The progression of Prospective Teacher' Conceptions of School Science Content. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 291-312.
- Martín Del Pozo, R., Rivero, A. y Azcárate, P. (2014). Las concepciones de los futuros maestros sobre la naturaleza, cambio y utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 348-363.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Pilitsis, V. y Duncan, R. G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 909-936.
- Porlán, R., Martín Del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Porlán, R., Martín Del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 413-426
- Remesal, A. (2011). Primary and secondary teacher's conceptions of assessment: A qualitative study. *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 472-482.
- Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Martín Del Pozo, R. y Harres, J. (2011). The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*, 41(5), 739-969.
- Rivero, A., Porlán, R., Solís, E., Rodríguez, F., Hamed, S., Martín Del Pozo, R., Ezquerro, A. y Azcárate, P. (2012) *Aprender a enseñar ciencias en primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar*. Sevilla: Copiarte.
- Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J. y García, E. (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 303-318.

- Sanmartí, N. (2012). *Evaluar para aprender. 10 Ideas claves*. Barcelona: Editorial Graò.
- Solís, E. (2012). A investigação na formação inicial do professorado: uma aproximação às concepções curriculares do professorado de Ciências de Educação Secundária. En Da Silva Uggioni, J. (Organizadora), *Saberes Docentes* (pp. 139-175). São Paulo: Iglu Editora.
- Solís, E. y López-Lozano, L. (2014). Progresión del conocimiento sobre el qué enseñar en ciencias de los futuros maestros: un estudio longitudinal. En M. A. De las Heras y otros (Eds.), *Actas 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 201-208). Universidad de Huelva.
- Solís, E., Porlán, R. y Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el Conocimiento Curricular de los profesores de Ciencias y su evolución? *Enseñanza de Las Ciencias*, 30(3), 9-30.
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. A. (2015). Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 261, 343-363.
- Wang, J. R., Kao, H. L. y Lin, S. W. (2010). Pre-service teachers' initial conceptions about assessment of science learning: The coherence with their views of learning science. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 522-529.
- Wilson, L. (1994, Abril). *A Theoretical framework linking beliefs with assessment practices in school mathematics: Assessment reforms in search of a theory*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, L.A. (ERIC Document Reproduction Service No. ED377215)
- Yoon, H.-G., Joung, Y. J. y Kim, M. (2012). The Challenges of Science Inquiry Teaching for Pre-Service Teachers in Elementary Classrooms: Difficulties on and under the Scene. *Research in Science Education*, 42(3), 589-908.
- Zemal-Saul, C., Haefner, L. A., Avraamidou, L., Severs, M. y Dana, T. (2002). Web-based portfolios: A vehicle for examining prospective elementary teachers' developing understandings of teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 13(4), 283-302.