

La importancia de los proyectos y redes innovadoras para el avance de la Enseñanza de las Ciencias: El caso de un profesor de la Red IRES

Gabriela Delord^{1,a}, Rafael Porlán^{1,b}, João Harres^{2,c}

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Sevilla. España. ² Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. PUCCRS. Brasil.

^a gabiccd@hotmail.com, ^b r.porlan@us.es, ^c jb.harres@puccrs.br

[Recibido en diciembre de 2016, aceptado en marzo de 2017]

Este artículo presenta la descripción y análisis del Modelo de Investigación en la Escuela que fundamenta el Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar) y el análisis en profundidad de una entrevista a un maestro en el área de ciencias que pertenece a la red de este proyecto: Red IRES. Los resultados ponen en evidencia la importancia que ha tenido para este profesor la pertenencia al proyecto y al colectivo de docentes que lo impulsan, así como la pertinencia del modelo para sustentar los cambios introducidos en el aula. Destaca también la relevancia, para su evolución profesional, del diálogo entre docentes de todos los niveles del sistema educativo, incluida la universidad. Proponemos que estas experiencias sean más reconocidas y valoradas en el ámbito de la Enseñanza de las Ciencias y en las instancias gubernamentales.

Palabras clave: Desarrollo Profesional; Innovación en la Enseñanza de las Ciencias; Red IRES; Proyecto IRES; Modelo de Investigación en la Escuela.

The importance of innovative projects and network for the advances of innovation in Science Teaching: the case of on IRES network teacher

This article presents the description and analysis of the Research Model in the School that bases the IRES Project (Research and School Renovation) and the in-depth analysis of an interview with a science teacher belonging to the network of this project: IRES Network. The results show how important it is for this teacher to belong to the project and to the group of teachers that promote it, as well as the relevance of the model to support the changes introduced in the classroom. It also highlights the relevance, for its professional evolution, of the dialogue between teachers at all levels of the education system, including the university. We propose that these experiences be more recognized and valued in the field of Science Teaching and in governmental instances.

Keywords: Professional Development; Innovation in Science Teaching; IRES Network; IRES Project; Research Model in School.

Para citar este artículo: Delord G., Porlán R., Harres, J. (2017) La importancia de los proyectos y redes innovadoras para el avance de la Enseñanza de las Ciencias: El caso de un profesor de la Red IRES. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (3), 653-665. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19514>

Introducción

Hoy nadie duda del importante papel que juegan las ciencias en la sociedad. Los problemas de la formación científica de la población y, por tanto, de la que se recibe en la escuela, han sido denominados como “crisis de alfabetización científica” (Matthews, 1994). La educación en ciencias para la mejora social, tiene como objetivo formar ciudadanos alfabetizados científicamente y considera a los adolescentes como ciudadanos que ya tienen su lugar en la sociedad. Pero eso todavía no es un logro en nuestras escuelas. Según Pedro (2002), muchos intentos de reforma de la educación científica han utilizado los modelos verticales denominados “centro-periferia” y han tenido poco éxito (Coll, 2004).

Muchos investigadores están de acuerdo con la necesidad de cambiar a gran escala el modelo tradicional dominante y proponen desarrollar modelos innovadores consecuentes con los resultados de la investigación didáctica (García, 2010; Carbonell, 2000; Fullan, 2001 y

Krasilchik, 2000). Sin embargo, admiten, al mismo tiempo, que los esfuerzos por promover estos modelos no suelen conseguir el objetivo propuesto. Algunos argumentos que se barajan para explicar esto son: la falta de protagonismo de los docentes en los proyectos innovadores y la escasa comunicación entre los ámbitos académicos y escolares (Harres, Woffenbuttel y Delord, 2013; Couso y Pintó, 2008; Duschl, Schwiengruber y Shouse, 2007; Jenkins, 2000). Además, algunos trabajos identifican los problemas que se plantean cuando las innovaciones llegan a las escuelas: a) Los maestros no están acostumbrados a la innovación y tienen dificultades para ponerla en marcha; b) No entra en la rutina profesional participar en colectivos; c) El currículo es largo y no hay tiempo para innovaciones; etc. (Mitrulis, 2002; Krasilchik, 2000; Rios, 1996). Miranda y Damico (2006) afirman que existe poca información sobre lo que realmente piensan los profesores que aplican innovaciones y que el verdadero objetivo de éstas es, con frecuencia, incrementar la evaluación positiva de los investigadores.

¿Cómo promover la innovación y el cambio en la Enseñanza de las Ciencias?

Desde un punto de vista general, Acevedo (2005) presenta una relación de asuntos que debería abordar un cambio en la Enseñanza de las Ciencias: a) La naturaleza y extensión de los currículos de ciencias; b) La metodología de enseñanza; c) La formación inicial y permanente del profesorado y d) El escaso nivel de identidad docente del profesorado de ciencias y la falta de estímulos para su desarrollo profesional.

En el ámbito más específico de la formación permanente y del desarrollo profesional, muchos autores consideran que la clave de que las innovaciones educativas prosperen tiene que ver con establecer relaciones productivas entre la investigación educativa, el cambio curricular y el desarrollo profesional, en un contexto en el que el proceso sea querido por los propios docentes y se parta de sus creencias y prácticas cotidianas (Da-Silva, Mellado, Ruiz y Porlán, 2007; Van Den Akker (1998); Porlán, 1993; Lytle y Cochran-Smith, 1990; Stenhouse, 1984).

En cuanto al papel de la investigación educativa y de los modelos didácticos en el desarrollo profesional, Da Silva, Mellado, Ruiz y Porlán (2007), en una investigación sobre el proceso de cambio a largo plazo de una profesora de Biología, resaltan la importancia que tuvo para la profesora la lenta y progresiva sustitución de un modelo centrado en los contenidos y en el profesor hacia otro más acorde con las aportaciones de la investigación educativa y centrado en el alumno. De la misma manera, destacan el papel movilizador que tuvo en el cambio de las clases de dicha profesora, el conocimiento y la toma de consciencia sobre las ideas alternativas de sus estudiantes, su papel en el proceso de aprendizaje y el trabajo metodológico con ellas.

Por otro lado, Couso y Garrido (2007), a partir de una investigación sobre el desarrollo de las competencias científicas en los alumnos, muestran que los mejores resultados se dieron en las clases de aquellos docentes que desarrollaban una potente comunidad de aprendizaje, enfatizando así el importante papel que el trabajo reflexivo entre iguales tiene para la mejora de la Enseñanza de las Ciencias. Resultados parecidos obtuvieron Vázquez, Jiménez y Mellado (2007), al investigar la evolución de dos profesores en 3 contextos reflexivos diferentes: individual, en pareja y en grupo. Los resultados indican que en los 3 niveles hubo avances, pero que en el grupal dichos avances fueron mayores y los niveles de reflexión más complejos. Es decir, el trabajo colectivo en comunidades y redes parece ser más adecuado y prometedor para el desarrollo y el cambio profesional.

Por nuestra parte, hemos venido considerando que las propuestas innovadoras, para tener éxito, han de basarse en Modelos Didácticos alternativos, estar apoyadas en redes de docentes en la que participen también investigadores y han de procurar que los docentes participantes

pongan en marcha la innovación de forma voluntaria y habitual (Grupo Investigación en la Escuela, 1991).

En síntesis, son diversas las aportaciones sobre las condiciones que favorecen la innovación y el cambio en la Enseñanza de las Ciencias. De cara al estudio que presentamos aquí y a la formulación del problema de investigación, tomaremos en consideración las siguientes: a) La importancia de un Modelo Didáctico de referencia que dé sustento teórico a los cambios en el aula, evitando así el sesgo activista o pseudo-constructivista; b) Conocer y tomar en consideración las concepciones y las prácticas de los docentes sobre sus problemas de aula; c) El carácter voluntario y deseado de la participación de los docentes y d) La relevancia del trabajo cooperativo, la reflexión colectiva y la pertenencia a redes de innovación para mantener la continuidad y calidad del proceso de cambio, especialmente haciendo posible el intercambio horizontal entre docentes e investigadores.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo presentamos el análisis de las concepciones de un maestro de primaria en relación con sus clases de ciencias, en el sentido de cómo cree que dichas clases han ido cambiando desde su incorporación a la Red de Investigación y Renovación de la Escuela (IRES). Esta red tiene como objetivo experimentar el Proyecto del mismo nombre (P. IRES) y toma como referencia el Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela (MIE). En ella participan activamente docentes de todos los niveles del sistema educativo desde la Universidad hasta la Escuela Infantil.

Concretamente, el problema que nos hemos planteado es el siguiente: Según el sujeto, ¿de qué forma el Modelo de Investigación en la Escuela y la Red IRES han contribuido a la mejora de su práctica profesional en la clase de ciencias?

El Proyecto y la Red IRES

En el P. IRES se han integrado grupos de todos los niveles educativos y de distinta procedencia disciplinar (con predominio de las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales), en torno a la Investigación como principio didáctico vertebrador, tanto en lo relativo a la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, como al desarrollo profesional del profesorado. Este Proyecto se concreta en dos propuestas curriculares complementarias denominadas Investigando Nuestro Mundo e Investigando Nuestras Prácticas.

El Proyecto pone a estudiantes y docentes en el centro del aprendizaje, sea éste escolar o profesional. Estos aprendizajes se organizan en torno a lo que se denomina Conocimiento Escolar y Conocimiento Práctico Profesional. El primero se considera un conocimiento epistemológicamente diferenciado del conocimiento cotidiano y del científico y trata de definir, a través de *“itinerarios de progresión”*, el conocimiento deseable para los estudiantes. El segundo es un conocimiento mediador entre las aportaciones de las Disciplinas vinculadas a los procesos de enseñanza-aprendizaje y la acción docente. Este conocimiento profesional, es también genuino del contexto escolar y trata de dar respuesta a los Problemas Prácticos de la profesión: ¿para qué enseñar?, ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿con qué enfoque de la evaluación?, ¿desde qué Modelo Didáctico?...

En lo que sigue, explicaremos brevemente los fundamentos del Proyecto y la visión de los contenidos, la metodología y la evaluación que plantea el MIE.

- *La perspectiva constructivista y evolucionista*

El MIE se basa en tres perspectivas teóricas. La primera es la socio-constructivista y evolucionista que se refiere a la idea de que no existen significados absolutos que los estudiantes y profesores deban incorporar en un proceso de *“fuera a dentro”*, sino que los

significados se construyen en interacción entre la mente y el mundo exterior, y que así evolucionan individual y socialmente (GIE, 1991 y Toulmin, 1977). Por eso, se plantea que el profesor debe ajustar la enseñanza a los modelos mentales de los estudiantes, haciéndolos evolucionar a través de procesos de investigación y contraste. De la misma manera, el desarrollo profesional ha de partir del “*pensamiento docente de sentido común*” y hacerlo evolucionar con procesos de investigación y contraste profesional.

- *La perspectiva sistémica y compleja*

Según los documentos fundacionales del Proyecto (GIE, 1991), el conocimiento escolar (y también el conocimiento profesional) no debe formularse de manera lineal a través de contenidos fragmentados, sin hacer explícitas las relaciones que hay entre ellos, sino que ha de organizarse como “*sistemas de ideas*” en torno a problemas, proyectos o casos, debido a la naturaleza sistémica e interactiva de los significados mentales. Por otro lado, según García (1998), los estudiantes y docentes pueden construir explicaciones progresivamente más complejas de los fenómenos de la realidad socio-natural y escolar, pues el aprendizaje no suele ser una cuestión de “*todo o nada*”, sino de progresiones y estadios intermedios.

- *La perspectiva crítica*

Por fin, el MIE se basa en una visión del mundo que resalta las interacciones existentes entre conocimientos, intereses y ámbitos de poder (Habermas, 1976). Desde este punto de vista, la Enseñanza de las Ciencias no debe promover un conocimiento simplista, mecánico y “*neutral*” que acabe provocando “*que las personas tiendan a pensar a partir de una única visión del mundo*” (Porlán y Rivero, 1998, p.55-56). El GIE (1991) propone que el conocimiento escolar y el profesional sean el resultado de la integración de referentes científicos, éticos, ideológicos y sociales, para así promover el rigor, la autonomía, la diversidad y la democracia en su sentido más profundo.

- *La organización de los contenidos que propone el MIE*

La propuesta Investigando Nuestro Mundo propone tres niveles de organización del conocimiento escolar: Un nivel metadisciplinar, que se refiere a los conceptos, procedimientos y valores que trascienden de una disciplina concreta y son una referencia inter-disciplinar; Las tramas generales de conocimiento, que guían el proceso de enseñanza-aprendizaje en un área determinada, poniendo el énfasis en los conceptos organizadores, y los ámbitos de investigación escolar, que son los problemas sobre los que organizar el proceso de investigación de los estudiantes y las unidades didácticas de los profesores.

- *La secuencia metodológica*

La metodología que propone el MIE se basa en los siguientes momentos: a) Plantear un ámbito de investigación escolar, es decir un problema, proyecto o caso que sea estimulante y propicie ir abordando los contenidos diseñados; b) Considerar las ideas de los estudiantes, animándolos a que reflexionen individual y colectivamente sobre la problemática planteada, facilitando, al mismo tiempo, que el docente realice un ajuste entre la enseñanza y las ideas y obstáculos detectados; c) Contrastar dichas ideas con informaciones relevantes, y ajustadas al nivel de los estudiantes, que aporten evidencias facilitadoras de la construcción del conocimiento; d) Aplicar las nuevas ideas a otras situaciones, generalizando así los nuevos esquemas y enraizándolos en contextos diferentes y e) Elaborar conclusiones, comparando las ideas iniciales con las finales, tomando así conciencia de lo aprendido.

- *La evaluación*

Desde el MIE evaluar no es lo mismo que calificar. La evaluación se entiende como una estrategia que aporta información rigurosa sobre la evolución de los estudiantes, la validez del diseño y la actuación del docente, con el objetivo de mejorar con criterio el proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde este punto de vista, la evaluación y la secuencia metodológica en el aula están totalmente imbricadas, pues todo lo que va ocurriendo puede tener potencialmente importancia evaluadora. Pueden ser instrumentos para la evaluación (Merchán y García, 1994): a) El cuaderno de trabajo y las producciones de los alumnos, donde se deben registrar las actividades e hipótesis que se trabajan en el aula; b) El diario del profesor donde se deben recoger las observaciones y reflexiones sobre el desarrollo de la clase (Porlán y Martín, 1991) y d) Las entrevistas, como instrumento complementario para el análisis de las ideas de los estudiantes.

Desde la perspectiva del MIE, la calificación tiene como objetivo cuantificar el saber de los alumnos y juega un papel sancionador y selectivo, siendo una de las variables que más condiciona la conducta de los estudiantes, al anular en gran medida sus motivaciones intrínsecas para el aprendizaje. La calificación actúa, por tanto, como un obstáculo importante para el cambio, pues inhibe en el alumno la expresión libre de sus ideas y modelos espontáneos. Frente a esto, y teniendo en cuenta su carácter obligatorio, se propone modificar el intercambio “*calificación por saber*” por el intercambio “*calificación por cumplimiento de compromisos*”, de manera que se favorezca, así, la implicación del estudiante.

Metodología de la investigación

La metodología cualitativa seguida en esta investigación se encuadra en el estudio de caso, enfoque que se ha utilizado ampliamente para comprender en profundidad la realidad social y educativa (Flick, 2009; Mazzotti, 2006). Llamamos “casos” a aquellas situaciones o entidades sociales únicas que merecen ser investigadas (Gil, 2007). Así, en educación, un caso puede ser un aula, un profesor o un programa de enseñanza. Para desarrollar el estudio hemos seguido los pasos descritos por Montero y León (2002): a) Seleccionar y definir el caso; b) Elaborar una lista de preguntas; c) Localizar las fuentes de datos; d) Analizar e interpretar dichos datos y e) Elaborar el informe final.

En el primer paso hemos elegido un maestro vinculado a la Red IRES; en el segundo hemos elaborado un guión de preguntas que permiten indagar sobre el problema (ver [Anexo 1](#)); en el tercero estuvimos un mes con el maestro en sus clases, le hicimos una entrevista semi-estructurada en profundidad que grabamos y transcribimos literalmente, elaboramos un diario, grabamos las clases y recogimos materiales de los alumnos. En el cuarto paso utilizamos el Análisis Textual Discursivo (ATD) de Moraes y Galiazzi (2007) y el último está en proceso de realización. En este artículo presentamos sólo la parte del informe relativa a la entrevista.

La metodología de análisis de Moraes y Galiazzi (2007) también posee cinco etapas: a) Establecer las categorías y subcategorías previas y provisionales y buscar en el texto las unidades de significado; b) Clasificar dichas unidades en las categorías y subcategorías, modificando las mismas cuando sea necesario; c) A partir de la etapa 1 y 2 elaborar un texto descriptivo (meta-texto); d) Argumentar el texto y e) Comunicar el análisis del texto, ilustrándolo con ejemplos de unidades de significado. Esta última es la que se presenta al describir los resultados.

El contexto lo constituye la propuesta del P. IRES y su red de profesores y el sujeto es un maestro que aplica esta propuesta en la clase de ciencias y que participa en la red desde hace ocho años. Este maestro trabaja en una escuela pública de primaria de la ciudad de Sevilla

desde hace 15 años y forma parte de la dirección de la escuela. En el aula tiene 16 alumnos de 10 a 11 años. El barrio es periférico y con tasas elevadas de paro.

En la tabla 1 presentamos el sistema definitivo de categorías y subcategorías que permite informar sobre el problema de investigación: Según el sujeto, ¿de qué forma el MIE y la Red IRES han contribuido a la mejora de su práctica profesional en la clase de ciencias? Las subcategorías de las categorías 1.1. y 2.1. son previas y las subcategorías de las categorías 1.2. y 2.2. son posteriores.

Desde la perspectiva del MIE, un Modelo Didáctico va más allá de la metodología de enseñanza y se define a partir de las respuestas que se dan a los Problemas Prácticos Profesionales y, de entre ellos, a cuatro que se consideran fundamentales: ¿para qué enseñar?, ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar? y ¿qué y cómo evaluar? En nuestro caso, y teniendo en cuenta lo planteado en los apartados anteriores y el problema de investigación, al concretar las subcategorías hemos puesto el énfasis en el desarrollo, o no, de un Modelo Didáctico de referencia y en 3 de los elementos que lo constituyen: los contenidos, la metodología y la evaluación y calificación. También, teniendo en cuenta el problema de investigación, hemos incluido 2 subcategorías referidas al papel de la Red: si ha ayudado al sujeto a superar algunas de sus dificultades y si las relaciones que se dan entre docentes universitarios y no universitarios en el seno de la Red han contribuido a la mejora de su práctica.

Tabla 1. Las categorías y subcategorías de análisis.

PROBLEMAS	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. ¿De qué forma ha contribuido el MIE a la mejora de la práctica del profesor?	1.1. ¿En qué ha contribuido?	1.1.1. Modelo Didáctico de referencia 1.1.2. Formulación de los contenidos 1.1.3. Metodología
	1.2. ¿En qué no ha contribuido?	1.2.1. Evaluación y Calificación
2. ¿De qué forma ha contribuido la Red IRES a la mejora de la práctica del profesor?	2.1. ¿En qué ha contribuido?	2.1.1. Superación de las dificultades para el cambio 2.1.2. Intercambio entre docentes universitarios y no universitarios
	2.2. ¿En qué no ha contribuido?	No aparecen Unidades de Significado

Resultados

Categoría 1.1.: ¿De qué forma ha contribuido el MIE a la mejora de la práctica del profesor?

1.1.1 En relación al Modelo Didáctico de referencia.

El profesor es consciente de la necesidad de un cambio en la Enseñanza de las Ciencias que favorezca un aprendizaje significativo. Según él, ha encontrado en el MIE un modelo que le permite saber el por qué y el para qué de la práctica, lo que le ayuda a superar lo que llama “*el curanderismo*” y a conectar la práctica con la teoría. Es interesante resaltar la importancia que le da a **comprender cómo se produce el aprendizaje**, pues, como veremos enseguida, seguramente esto ha influido en su cambio de visión sobre el papel de las ideas de los alumnos.

“Yo empecé a aplicar el MIE para desarrollar un cambio en la Enseñanza de las Ciencias. Para que el alumno aprenda mejor y que sea significativo para su vida”.

“El MIE ayuda a entender cómo el alumno aprende introduciendo el conocimiento científico y pedagógico en la escuela. Lo que pasa en la escuela tradicional es una especie de “curanderismo”, el profesor hace cosas para curar, pero no sabe por qué cura, y si no curan pone más yerbas. Tu sabes la enfermedad, pero no sus causas...hacemos muchas cosas, pero no sabemos por qué ni para qué. Con el P. IRES llegamos a unas conclusiones prácticas y teóricas. Yo siempre he sido un profesor muy de la práctica, pero no conocía la teoría”.

El profesor explica que antes de conocer el MIE ya hacía actividades innovadoras pero, sin embargo, no estaba satisfecho con cómo enseñaba, pues no tenía un soporte teórico alternativo. Para él, el cambio fundamental ha consistido en aprender a trabajar en clase con las ideas de los alumnos durante todo el proceso de enseñanza.

“Yo hacía muchas cosas nuevas: clases más lúdicas... Pero me sentía un maestro destrozando el contenido para ayudar a los estudiantes a aprender mejor los contenidos. No tenía ningún modelo de referencia. No utilizaba las ideas de los alumnos. Porque solo preguntar en clase puntualmente a los estudiantes, no es trabajar con sus ideas. Hoy están en todo el proceso. Eso yo no lo sabía hacer antes de conocer el MIE”.

1.1.2 En relación con la formulación de los contenidos

Desde el modelo tradicional se trabaja con una adaptación simple y universal de los conocimientos disciplinares a los libros de texto, ignorando el carácter situacional y crítico que ha de tener el conocimiento escolar, en la perspectiva de la formación ciudadana. En este sentido, el profesor de nuestro estudio declara que ha roto con el libro de texto y asume el papel de diseñador curricular en equipo a través de Unidades Didácticas (UD) y de contenidos adaptados a sus estudiantes. Para ello, sigue el mismo criterio defendido por Rivilla y Mata (2002) de que en el diseño de UD se debe tomar en consideración la experiencia y el contexto más cercano del alumno, lo que hace que aprenda mejor, pues se identifica con lo que está estudiando. Para el sujeto, el MIE le ha aportado una visión funcional y útil de los contenidos.

“Me he liberado del libro de texto. El libro tiene 12 temas o hasta 15 y eso no es posible trabajarlo en un tiempo razonable. Hoy yo lo hago por UD diseñadas en equipo. Trabajamos un tema en dos meses y desarrollamos el contenido necesario para el alumno... pero de forma más cualitativa y no cuantitativa”

“Cuando diseñamos una UD seleccionamos lo que es relevante. Nos preguntamos: de todo eso, ¿qué es de verdad relevante para el alumno? Por ejemplo, energía hay un montón de conceptos, pero nosotros desarrollamos la energía para el alumno, la energía de su casa, cómo economizar, entender la factura de la luz”.

“Cuando abandonas el libro de texto y diseñas una UD relevante, el alumno reconoce lo que está estudiando y piensa “eso lo conozco yo”, “de eso hay en mi casa, en mi barrio”. Así desarrollamos los problemas y ellos se sienten motivados para encontrar las soluciones de una cosa que es de su contexto. Para mí el MIE es importante para construir un modelo útil para el alumnado”.

1.1.3. En relación con la metodología

En sus clases el profesor impulsa lo que considera que es “*hacer ciencia en el aula*”: partir de las ideas de los estudiantes, contrastarlas críticamente con evidencias obtenidas a través de diversos procedimientos (investigaciones, debates con otras personas, búsquedas en internet...) y elaborar conclusiones. Al mismo tiempo, el docente categoriza en diferentes tipologías las ideas iniciales y analiza su evolución. Volvemos a observar aquí la importancia que para el sujeto tienen las ideas de los estudiantes, de manera que son el eje del trabajo metodológico y el elemento fundamental de su estrategia evaluadora, no solo en relación con el contenido de dichas ideas, sino también con las actitudes y capacidades que pueden favorecer su evolución (espíritu crítico, argumentación...).

“Aplico un cuestionario que los alumnos contestan. Eso es muy importante, saber las ideas iniciales... Con eso se empieza a sistematizar y a observar hasta dónde un alumno consigue evolucionar”.

“Después hacemos una asamblea, antes de empezar a investigar. Clasificamos cuántos alumnos piensan esto o aquello. Ellos pueden cambiar o convencer a sus compañeros.”.

“El docente debe estar pendiente de las ideas de los alumnos, de sus actitudes y desarrollar el espíritu crítico. No permitir que diga: “eso es así, porque es así” y decir: ¿pero a ver, tú has estudiado eso?, ¿lo has investigado?, ¿cómo sabes que es verdad? Yo permito que todos hablen, pero los pido argumentación. Eso es hacer ciencias en el aula”.

“El profesor puede empezar con las ideas iniciales y hacerlas evolucionar con investigación, con la participación de especialistas, de padres, madres, con un video, con búsquedas en internet... Es muy importante variar las fuentes, para que al final el alumno llegue a sus conclusiones”.

Según el P. IRES, la formulación del conocimiento escolar no es estática ni se establece como un nivel único de referencia, sino que se concibe como un proceso gradual que persigue el "enriquecimiento del conocimiento cotidiano de los alumnos" (García Díaz, 1998). Los resultados apuntan a que el sujeto sigue esta lógica cuando analiza y observa la evolución de la ideas de sus estudiantes. En la tabla 2, se describen las concepciones del profesor para esta categoría.

Tabla 2. Análisis de la categoría 1.1.

	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	SÍNTESIS
1.1.	1.1.1. M. Didáctico de referencia	El MIE ha permitido al sujeto saber el por qué y el para qué de los cambios y superar el “ <i>curanderismo</i> ”, sobre todo al comprender cómo aprenden los estudiantes y cómo trabajar con sus ideas todo el tiempo	Modelo Didáctico basado en hacer evolucionar las ideas de los alumnos
	1.1.2. Formulación de los Contenidos	El profesor rompe con el libro de texto y formula contenidos relevantes y funcionales para los estudiantes, organizándolos a través de UD de diseño propio	Diseño y aplicación de Unidades Didácticas basadas en contenidos relevantes
	1.1.3. Metodología	El sujeto aplica una metodología investigativa, partiendo de las ideas de los alumnos, contrastándolas con evidencias e informaciones y elaborando conclusiones. También promueve su evolución y favorece la reflexión crítica y argumentativa	Investigación en el aula como medio para hacer evolucionar las ideas de los alumnos

Categoría: 1.2. ¿En qué no ha contribuido el MIE?

1.2.1. En relación con la evaluación y la calificación

En las declaraciones del profesor observamos que se mezcla la evaluación investigativa con ciertos rasgos de la calificación cuantitativa y tradicional. Por un lado, hace un seguimiento de las ideas de los estudiantes comparando el cuestionario inicial y final y analizando las producciones elaboradas (maquetas, exposiciones, portafolio...). Por otro, cuantifica la evolución de las ideas finales a través de una puntuación entre 1 y 4 y lo complementa con los resultados de un examen al final de la unidad. Con todo ello, elabora las calificaciones de los estudiantes. Es decir, trata de dar una solución a la contradicción existente entre una estrategia próxima al MIE y las imposiciones administrativas relativas a las calificaciones.

“Evaluamos muchas cosas: las actividades, las respuestas a las preguntas iniciales y finales. A veces hacemos maquetas, presentaciones, exposiciones etc. También solicito un portafolio. Además, siempre aclaramos a los estudiantes lo que vamos a evaluar y cómo vamos a evaluar. No evaluamos solo con pruebas, todo es evaluado. Para eso tenemos un nivel del 1 al 4. El cuatro es cuando el alumno consigue explicar con sus propias palabras un tema: argumentando y superando sus ideas iniciales. El uno es

cuando no lo consigue explicar, el dos cuando lo consigue, pero no hay evolución y el tres es intermedio, pero todavía con pocas evoluciones de justificación científica”.

“Sí, hay exámenes y tengo que cuantificar a los alumnos y entregar las notas a la familia”.

Tabla 3. Análisis de la categoría 1.2.

	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	SÍNTESIS
1.2.	1.2.1 Evaluación y calificación	El profesor trata de compatibilizar una estrategia de evaluación investigativa próxima al MIE con las imposiciones administrativas sobre la calificación	Contradicción entre evaluación investigativa, exámenes y calificación

Categoría 2.1: ¿De qué forma ha contribuido la Red IRES a la mejora de la práctica del profesor?

2.1.1. En relación con las dificultades para el cambio

Para Unda (2002), las redes son importantes para incrementar la autoestima y la valoración de los profesores. Según esta autora, los docentes que intentan ser innovadores tienen poco apoyo y relevancia en sus centros escolares. En nuestro caso, el sujeto declara haber superado la soledad del innovador y las dificultades que esto genera a través de la Red IRES. Según él, en la red hay espacio para diferentes intereses y personalidades y se recibe la ayuda de los compañeros. En ella se complementan miembros más teóricos con otros más prácticos y unos más politizados con otros más sensibilizados por la vertiente social y pedagógica del cambio escolar. Para él, la red es un colectivo muy implicado y cohesionado que defiende y practica un modelo pedagógico que actúa como referencia.

“Yo me sentía muy solo en mi escuela y deseaba hacer cosas distintas, pero no sabía cómo y no tenía ayuda de mis compañeros, es muy difícil hacer así el cambio”.

“La Red IRES es un colectivo muy implicado en el cambio docente a través de un modelo coherente en la teoría, en la práctica y en el discurso. Yo pienso como ellos, pero no todos los profesores piensan así. Para mí la teoría de esta red es una referencia de investigación en la escuela para mí a nivel personal y a nivel de todo el país”

“Cuando entran personas en la Red, si el profesor es innovador va a encontrar un modelo alternativo y ayuda de los compañeros”.

“En la red no solo debatimos sobre el modelo, también hablamos de política, de nuevos proyectos, de alguna cosa que está ocurriendo en la educación [...] hay muchas peculiaridades entre los distintos sujetos de la red, unos más políticos, otros más teóricos, otros más práctico, como yo. Entonces el sujeto que se implica en la red puede utilizar los encuentros para lo que le convenga, para la teoría, la práctica, la política, lo social”.

2.1.2. En relación con el intercambio entre docentes universitarios y no universitarios

Pacca y Villani (2000), en una investigación sobre colectivos docentes, concluyen que las redes proporcionan motivación de forma continua y renovada. Además, señalan que la presencia de investigadores en ellas es indispensable pues favorece el dialogo constructivo entre la teoría y la práctica y la colaboración horizontal entre universidad y escuela. Tardif y Zourhal (2005) indican que es muy importante dicho acercamiento, tanto para mejorar la práctica como las investigaciones. Jekins (2000) plantea, así mismo, que es necesario superar la concepción según la cual lo que la universidad produce es útil para la práctica de los profesores y es aplicable en la escuela. Hacer investigaciones para la escuela requiere de la participación de los sujetos a quien se supone irán destinadas las conclusiones.

Todo esto también se confirma en las declaraciones del sujeto que nos ocupa. Para él, la Red IRES contribuye a la formación permanente de sus participantes, a la colaboración productiva

entre investigadores y profesores y a la construcción entre todos de lo que llama un “*conocimiento teórico-práctico*”. También, la colaboración entre universitarios y no universitarios permite acercar las prácticas innovadoras a la formación inicial, ejemplificando con experiencias reales modelos alternativos a los tradicionales.

“En la escuela los profesores hacen prácticas sin saber en qué teoría están basadas, en la universidad los investigadores hacen teorías sin aplicarlas a la práctica. Esto es una laguna en que la profesión de profesor se queda a medias. La práctica con poca teoría y la teoría con poca práctica. ... en la Red IRES se resuelve construyendo entre todos un conocimiento teórico- práctico”.

“El cambio no ocurre de un día para otro... Al principio no es fácil. Dos componentes de la Red (investigadores de la universidad) me han ayudado mucho, incluso viniendo a mis clases. Hay una UD que yo he desarrollado conforme al MIE y que ellos han grabado y “me utilizan” como ejemplo en la formación inicial, enseñando que es posible utilizar otro modelo”.

“En la red IRES todos tienen la oportunidad de aportar y aprender. Los investigadores también necesitan de los profesores, somos nosotros los que aplicamos la teoría, creo que en la red todos contribuimos igualmente”.

Tabla 4. Análisis de la categoría 2.1

	SUBCATEGORIAS	DESCRIPCIÓN	SÍNTESIS
2.1.	2.1.1 Dificultades para el cambio	El profesor declara que sólo es muy difícil cambiar. La Red aporta el apoyo de los compañeros y un colectivo muy cohesionado e implicado donde cada cual tiene su espacio.	Apoyo mutuo y sentido de pertenencia
	2.1.2. Interacciones entre docentes universitarios y no universitarios	El sujeto plantea que la red es un espacio de formación permanente para todos y que la participación horizontal de investigadores y profesores es productiva para ambos y favorece el conocimiento teórico-práctico.	Formación permanente y diálogo universidad y escuela

Discusión

Volviendo al problema de investigación, los resultados de la entrevista indican que, según el sujeto, el MIE ha contribuido de manera decisiva a la mejora de su práctica profesional. Su actividad innovadora antes de incorporarse a la red se basaba en una estrategia del tipo “*ensayo y error*”, sin comprender en profundidad el proceso de aprendizaje de sus alumnos. El contacto con la red y con el MIE le ha permitido avanzar profesionalmente y darle un nuevo sentido a la innovación, especialmente en relación con el tratamiento didáctico de las ideas y modelos de los estudiantes. De la misma forma que en el estudio de Da Silva, Mellado, Ruiz y Porlán (2007), en que la toma de conciencia sobre el papel de las ideas alternativas fue una de las variables más determinantes en la evolución de la profesora investigada, en nuestro caso, éste parece haber sido también el factor desencadenante del salto a una práctica fundamentada.

En relación con lo anterior, es factible suponer que el compromiso del sujeto con la evolución de las ideas de sus alumnos ha influido también en sus cambios en relación con los contenidos y la metodología. Si aprender es cambiar las concepciones a través de evidencias, la utilización de los contenidos estandarizados del libro de texto deja de tener sentido y se necesita un diseño ajustado al proceso del alumno. Por otro lado, si la enseñanza deja de ser una actividad

de aporte continuo de información, ignorando lo que está en la mente del alumno o lo que el alumno construye por sí mismo, la metodología ha de ser un proceso más complejo y gradual, donde el debate, el contraste, la argumentación y la búsqueda han de estar presentes.

Un comentario aparte merece los resultados obtenidos en la evaluación. En un estudio con una muestra de 347 estudiantes del grado de Educación Primaria que participaban en cursos sobre la Enseñanza de las Ciencias por Investigación de orientación socio-constructivista, Rivero y otros (2017) han encontrado que la dimensión más resistente al cambio es la evaluación. En nuestro caso, el sujeto trata de hacer compatibles estrategias evaluadoras consecuentes con el seguimiento de las ideas de los estudiantes (modelización y comparación de las ideas iniciales y finales) con las demandas legales y sociales relativas a la calificación. Como hemos comentado, los exámenes y las calificaciones son unas de las dimensiones fundamentales que sostienen el modelo tradicional, su carácter seleccionador y selectivo moldea y condiciona las conductas de familias, alumnos y profesores. No es fácil, por tanto, aplicar alternativas para la calificación en contextos dominados por el enfoque tradicional.

En relación con la influencia de la Red IRES en la mejora de la práctica del sujeto, se confirman las aportaciones de otros estudios, en el sentido de que el trabajo en comunidades de aprendizaje, colectivos de reflexión y otras formas de cooperación favorecen el crecimiento profesional y permiten superar el aislamiento y la inseguridad del docente innovador (Couso y Garrido, 2007 y Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007). En nuestro caso, el sujeto resalta especialmente la colaboración entre investigadores y docentes innovadores como un elemento muy positivo en su experiencia en la red. Efectivamente, esta colaboración tiene un papel estratégico en los procesos de cambio de la Enseñanza de las Ciencias, pues transforma al investigador, acercándolo a las preocupaciones concretas del profesor, y transforma a éste, al ponerse en contacto con conceptos y teorías que pueden dar sentido y fundamento a su innovación.

Conclusiones

Como decíamos en la introducción, es necesario un cambio en profundidad de la Enseñanza de las Ciencias. Las propuestas innovadoras no consiguen promover dicho cambio de forma generalizada. Los estudios comentados destacan algunos aspectos que parecen imprescindibles para avanzar en esta dirección. La participación activa y deseada de los docentes a partir de sus experiencias prácticas, la creación de redes y comunidades profesionales que fortalezcan la reflexión colectiva y el apoyo mutuo, y en la que participen investigadores, y la consolidación de modelos teóricos coherentes con los avances de la investigación didáctica son algunos de ellos. Este estudio de caso, limitado y parcial, confirma estos extremos. El maestro entrevistado afirma haber cambiado en contacto con el MIE y la Red IRES y haber dado sentido a su innovación. Esperamos que el análisis de las observaciones de sus clases nos permitan comprender y matizar mejor los resultados aquí presentados.

Referencias

- Acevedo, J.A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp. 282-301.
- Carbonell, J. (2000) *A aventura de inovar: a mudança na escola*. Porto Alegre: Artmed.
- Coll, C. (2004). Construtivismo e Intervenção Educativa: como ensinar o que deverá ser construído? En.: E. Barbera (ed.). *O Construtivismo na Prática*. Porto Alegre: Artmed.

- Duschl, R.A., Schwiengruber, H.A., Shouse, A.W. (eds.). (2007). *Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Fullan, M. (2001). *The new meaning of education change*. New York: Teachers college Press.
- García, P.S. (2010) *Inovações, mudanças: Por que elas não acontecem na escola?* São Paulo: LCT Editora.
- García Díaz, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- Gie - Grupo investigación en la escuela. (1991). *Proyecto curricular IRES. Doc. I, II, III, IV*. Sevilla: Díada.
- Habermas, J. (1976). *Connaissance et intérêt*. París: Gallimard.
- Harres, J., Wolffenbuttel, P., Delord, G.C.C. (2013). Um estudo exploratório internacional sobre o distanciamento entre a escola e a universidade no ensino de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, (2) 18, 34-42.
- Jenkins, E.W. (2000). Research in science education: time for a health check? *Studies in Science Education*, 35 (1), 1-25.
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. *São Paulo em Perspectiva*, (1) 14, 85-93.
- Lytle, S., Cochran-Smith, M. (1990). Learning from teacher research: A working typology. *Teachers College Record*, 92, 83-103.
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History a Philosophy of Science*. Londres: Routledge.
- Mazzotti, A.J. (2006). Usos e abusos dos estudos de caso. *Cadernos de Pesquisa*, (129) 36, 637-651.
- Miranda, M.G., De Damico, A.J. (2006). O Professor Pesquisador e Sua Pretensão de Resolver a Relação Entre a Teoria e a Prática na Formação de Professores. En: *O Papel da pesquisa na formação e na prática dos professores*. Campinas: Papirus, 129-143.
- Montero, I., León, O. (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud/Internacional. Journal of Clinical and Health Psychology*, 2, 503-508
- Moraes, R., Galiazzi, M.C. (2007). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência e Educação*, (1) 12, 117-128.
- Pacca, J.L. A., Villani, A. (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, (1) 18, 95-104.
- Pedro. M. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, (3) 20.
- Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada.
- Porlán, R., Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

- Rios, T.A. (1996). *Significado de "inovação em educação": compromisso com o novo ou com a novidade?* Campinas: PUCCAMP, Séries Acadêmicas.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., Porlán, R., (2017) Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (1), pp. 29-52
- Rivilla, A.M., Mata, F.S. (2002). *Didáctica general*. Madrid: Pearson Education.
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Ediciones Morata.
- Tardif, M., Zourhlal, A.A. (2005). Difusão da pesquisa educacional entre profissionais do ensino e círculos acadêmicos. *Cadernos de Pesquisa*, (125) 35, 13-35.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana. Vol. I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Unda, M.P. (2002). The experience of the teaching expedition and teacher networks: new modes of training? *Prospect*, (3) 32, 7-21.
- Van Den Akker, J. (1998). The science curriculum: Between ideals and outcomes. En: Fraser, B.J., Tobin, K.G. (eds.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer, 421-449.

Anexo 1. Relación de preguntas para el Estudio de Caso.

1. ¿El proyecto IRES ha ayudado a cambiar la practica de este profesor?, ¿En qué aspecto sí y en cuáles no?, ¿por qué?
2. ¿Cuáles son las dificultades de aplicar el MIE en este caso?
3. ¿Cuáles las ventajas?
4. ¿Cómo ha influido el MIE en la formulación y organización de los contenidos?
5. ¿Cómo ha influido el MIE en la metodología de clase?, ¿en qué momentos es más determinate?,
6. ¿Cómo ha influido en los recursos que utiliza?
7. ¿Cómo trabaja con las ideas de los alumnos hoy y cómo lo hacía antes de conocer el MIE?
8. ¿Cómo ha influido el MIE en la evaluación?
9. ¿Qué recursos utiliza para evaluar a los estudiantes?
10. ¿Cómo valora la Red IRES?