

Abril, A. M.; García, F. J.; Ariza, M. R.; Quesada, A.; Ruiz, L.; Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén

Aprendizaje en ciencias y matemáticas, basado en la investigación, para la formación del profesorado europeo

Abril, A. M. [Hrsg.]; Quesada, A. [Hrsg.]: XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 21 al 23 de julio de 2010 Baeza (Jaén). Baeza, Spain : Departamento Didáctica de las Ciencias y Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) 2011, S. 604-612

urn:nbn:de:0111-opus-72145



Nutzungsbedingungen / conditions of use

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/deed> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.



Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft
Informationszentrum (IZ) Bildung
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Aprendizaje en ciencias y matemáticas, basado en la investigación, para la formación del profesorado europeo

Abril, A.M., García, F.J., Ariza, M.R., Quesada, A., Ruiz, L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén.

amabril@ujaen.es

RESUMEN

La formación del profesorado es uno de los problemas fundamentales para su desarrollo profesional. Una de las aproximaciones pedagógicas, que en la actualidad ha demostrado su efectividad, es el aprendizaje y la enseñanza basados en la investigación (IBL, *inquiry based learning*). Aunque en algunos países europeos el uso de estas pedagogías se está implantando en las escuelas, en general se trata de situaciones locales y de efectividad limitada, pero en ningún caso de acciones generalizables a nivel nacional. Con el proyecto PRIMAS (*Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education across Europe*) se pretende hacer efectivo un cambio en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias en Europa, proporcionando al profesorado la formación y el apoyo necesarios para implantar el aprendizaje basado en la investigación, de manera que el alumnado, en primer lugar, desarrolle competencias del ámbito científico y, en segundo lugar, afronte de manera más positiva los estudios superiores de ciencias y matemáticas así como su posible inserción laboral en estos campos.

Palabras clave

Aprendizaje basado en la investigación, IBL, aprendizaje y enseñanza de ciencias y matemáticas, formación del profesorado.

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes muestran que aunque los jóvenes entienden las ciencias como algo importante, más de la mitad de los encuestados no seguirían estudios relacionados con ellas (Biología, Medicina, Ingeniería, Matemáticas, etc.). Por otro lado, diversas investigaciones indican que, en muchos casos, el descenso del interés por los temas de ciencias se ha relacionado con la forma de enseñar ciencias en edades tempranas (Gago, 2004; Vázquez y Massanero, 2008). Creemos que a menos que se tomen medidas al respecto, esta situación podría tener repercusiones negativas en el futuro de la investigación e innovación en ciencias, así como en la capacidad de los futuros ciudadanos para participar en la actual sociedad del conocimiento de manera crítica y responsable, siendo sus efectos irreparables (Rocard, 2007).

Tradicionalmente las pedagogías centradas en la transmisión han favorecido en los estudiantes actitudes de desidia, de recepción pasiva o de reproducción de la información, mientras que las actitudes de interés y participación activa se han visto desfavorecidas. Es por ello que se debe de hacer énfasis en la implantación de pedagogías efectivas para el desarrollo de competencias básicas así como de técnicas que estimulen la motivación intrínseca del alumnado por aprender ciencias, es decir, favorecer una educación científica y matemática de calidad.

¿Qué entendemos por educación científica y matemática de calidad?

El grupo de trabajo que avala el proyecto de investigación PRIMAS entiende por educación científica y matemática de calidad aquella que favorezca en los estudiantes, entre otros aspectos:

1. la estimulación de la motivación intrínseca y genere interés por aprender ciencias y matemáticas;
2. el desarrollo de conocimiento básico;
3. el uso de tareas relacionadas con su vida cotidiana y de ámbito interdisciplinar;
4. el aprendizaje a partir de sus errores;
5. el desarrollo autónomo y acumulativo del aprendizaje;
6. la cooperación entre estudiantes; y
7. la reducción de los estereotipos de género.

Para el adecuado desarrollo de los puntos anteriormente mencionados se debe de incidir en el desarrollo profesional del profesorado; dicho desarrollo profesional se debería de centrar, principalmente, en los siguientes aspectos:

1. usar tareas que estimulen al profesorado, que sean relevantes para ellos y les ofrezcan oportunidades para poder colaborar con los compañeros;
2. aprender a seleccionar tareas que les permitan fomentar en el estudiante el conocimiento básico, el aprender a aprender y el desarrollo de competencias relacionadas con la investigación, la organización o la interpretación de la información más que de su memorización;
3. ayudar al profesorado a diseñar y seleccionar tareas desestructuradas que sean accesibles, extrapolables, interdisciplinares y que fomenten la toma de decisiones así como la creatividad y el cuestionamiento a mayor escala;
4. permitir el conocimiento de las ideas previas de los estudiantes así como desarrollar y aplicar estrategias para superarlas;
5. formar al profesorado para realizar el seguimiento de la construcción de conocimiento significativo en los estudiantes y dirigir el aprendizaje autónomo de los mismos;
6. ayudar al profesorado a orientar y liderar debates y discusiones en el aula y
7. y facilitar materiales que desarrollen actitudes positivas hacia la ciencia en las chicas, utilizando contextos relevantes para ellas con el fin de reducir así las diferencias entre géneros.

El aprendizaje basado en la investigación (IBL) abarca pedagogías que aseguran las acciones relacionadas anteriormente, por lo que nuestra intención es hacer que éstas se articulen como base de un efectivo desarrollo profesional del profesorado.

¿Qué entendemos por desarrollo profesional efectivo?

Cuando hablamos de desarrollo profesional nos referimos a la adquisición de competencias relacionadas con la práctica profesional y que capacitan al profesorado a actuar como expertos. Esta adquisición de competencias comienza con su formación inicial y debería de continuar a lo largo de toda su vida.

Con respecto al conocimiento del profesorado en la bibliografía especializada se distingue entre las creencias del profesorado, las competencias relacionadas con la autorregulación y la motivación o interés del profesorado. En general, las experiencias más exitosas en cuanto a su desarrollo profesional son aquellas que ofrecen al profesorado la oportunidad de dudar, reflexionar y reconstruir sus ideas. En el proyecto PRIMAS se pretende ofrecerle al profesorado oportunidades para explorar diferentes comportamientos en el aula de manera que estas situaciones les permitan reflexionar y modificar sus creencias. Con este propósito nuestra propuesta se articula en diferentes ciclos sucesivos de planificación – implementación – reflexión (modelo en espiral; figura 1) para lo cual llevaremos a cabo las siguientes acciones:

1. entender claramente el contexto en el que el profesorado trabaja,
2. analizar las aproximaciones IBL de manera colaborativa,
3. implementar las aproximaciones IBL en clase,
4. y reflexionar sobre los resultados obtenidos durante la implementación.

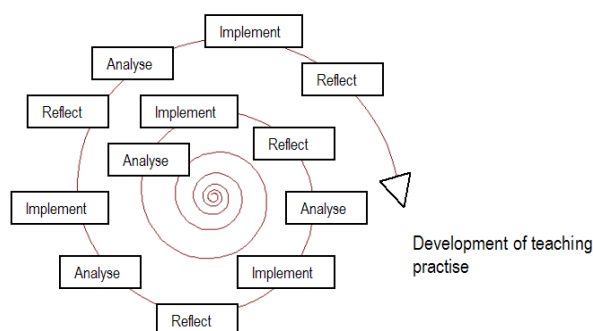


Figura 1. Modelo en espiral del desarrollo profesional que se utilizará en el proyecto PRIMAS

Por todo lo anteriormente expuesto, el proyecto PRIMAS, para conseguir informar y dar soporte al profesorado en ejercicio de Educación Primaria y Educación Secundaria en diferentes países europeos sobre pedagogías basadas en el IBL en Ciencias y Matemáticas, se plantea los siguientes objetivos:

1. Promover el desarrollo profesional del profesorado llevando a cabo intervenciones efectivas basadas en el IBL, que se adaptarán a las necesidades locales y para cuya implementación se emplearán redes y materiales ya existentes maximizando así el impacto del proyecto.
2. Promover aproximaciones interdisciplinarias entre el profesorado de Ciencias y Matemáticas, comunidades que tradicionalmente trabajan por separado en la mayoría de los países europeos.
3. Impulsar la creación de redes de profesorado que faciliten la colaboración.
4. Seleccionar tareas y materiales basados en IBL con eficacia probada y que contribuyan a la adquisición de conocimiento básico los cuales se usarán en las intervenciones para el desarrollo profesional del profesorado así como para acciones relacionadas con la diseminación del IBL.

5. Contribuir a la reducción de las diferencias de género, seleccionando tareas apropiadas para chicas y chicos prestando especial atención a técnicas de enseñanza apropiadas para ambos.
6. Construir un nexo de unión entre la comunidad de investigadores en educación científica, el profesorado de ciencias y la administración local.
7. Asegurar la diseminación entre el profesorado, las autoridades escolares y otros grupos fuera del aula.

METODOLOGÍA

Analizando brevemente los objetivos planteados en el apartado anterior, se hace necesaria una fase de diseminación en múltiples niveles y con diferentes grupos diana, de manera que el impacto del proyecto PRIMAS esté asegurado. Estos niveles o grupos serán:

1. las tareas y los materiales,
2. los formadores del profesorado en ejercicio,
3. el profesorado en ejercicio,
4. el profesorado en formación,
5. los grupos fuera del aula y
6. el ámbito político

El proyecto PRIMAS lo lidera un grupo de investigadores e investigadoras que forman parte de 14 universidades europeas de 12 países diferentes. Para llevar a cabo los objetivos que el proyecto se plantea se han diseñado grupos de trabajo (WP, *work packages*). Cada uno de ellos está liderado por una determinada Universidad, responsable de organizar y supervisar el trabajo asignado y la consecución de hitos y productos descrito en la memoria del proyecto. Todas las Universidades deben contribuir a todos los grupos de trabajo. A continuación se presenta la distribución de tareas por grupos de trabajo:

WP1.- Entre sus objetivos destacan asegurar la calidad del trabajo, la administración del proyecto, facilitar la relación entre los miembros del proyecto y mantener el contacto con la Unión Europea.

WP2.- Tiene como objetivo principal el análisis de los contextos nacionales para la puesta en práctica del proyecto (análisis de necesidades).

WP3.- Este grupo de trabajo se centrará en la recopilación de materiales basados en IBL en Ciencias, Matemáticas e interdisciplinarios para el profesorado y los formadores. El objetivo es identificar y recopilar, en los países participantes, materiales de alta calidad, que hayan mostrado su eficacia y su eficiencia. Como producto final, se elaborará una colección de los mismos, orientados como recursos para el desarrollo profesional del profesorado, que será accesible libremente a través de un servidor centralizado de la UE.

WP4.- El objetivo fundamental será el diseño, la diseminación y la explotación de un modelo efectivo de desarrollo profesional centrado en el IBL (ver más adelante).

WP5 y WP6.- Estos grupos de trabajo se centrarán en el diseño e implementación de actividades destinadas a la difusión nacional e internacional del proyecto, a los diferentes “grupos diana” identificados, así como de sus resultados a todos los niveles. Con este propósito se diseñará una guía internacional que incluirá claves para llevar a cabo las acciones de difusión.

WP7.- Tras un análisis exhaustivo del panorama político nacional de los diferentes países que forman parte del proyecto, este grupo de trabajo deberá de elaborar un proyecto de diseminación a este nivel. Para llevar a cabo este trabajo se deberá de estar en permanente contacto con los Paneles nacionales e internacionales así como con el Comité de expertos¹ que forman parte también del proyecto.

WP8 y WP9.- Ambos paquetes de trabajo están relacionados con la evaluación del nivel de impacto que el proyecto va consiguiendo a lo largo del mismo; esta evaluación será tanto interna como externa.

Universidad Pedagógica de Friburgo	Alemania	WP1 y WP8
Universidad de Ginebra	Suiza	WP2
Instituto Freudenthal, Universidad de Utrech	Holanda	WP3
MARS - Shell Centre, Universidad de Nottingham	Reino Unido	WP3
Universidad de Jaén	España	WP4
Universidad “Constantino el filósofo” de Nitra	Eslovaquia	WP5
Unviersidad de Szeged	Hungría	
Unviersidad Tecnológica de Chipre	Chipre	WP6
Universidad de Malta	Malta	
Universidad Roskilde	Dinamarca	
Universidad de Manchester	Reino Unido	WP7
Universidad Babeş-Bolyai, Cluj Napoca	Rumanía	
Sør-Trøndelag University College	Noruega	
Instituto Leibniz de Ciencias de la Educación, U. de Kiel	Alemania	WP8 y WP9

Tabla 1. Datos de las Universidades y países que participan en el proyecto PRIMAS. La última columna indica el grupo de trabajo que lidera la Universidad correspondiente.

WP4: Diseminación a través y para la formación del profesorado.

El grupo de trabajo liderado por la Universidad de Jaén es el responsable del diseño, implantación y explotación de un modelo para el desarrollo profesional del profesorado a gran escala. La principal aportación que PRIMAS tendrá desde este WP es diseñar un modelo de formación continua, para lo cual se necesita un plan de desarrollo profesional robusto y bien construido.

En la figura 2 se muestra un esquema general que da idea de la complejidad del objetivo que nos planteamos en este grupo de trabajo.

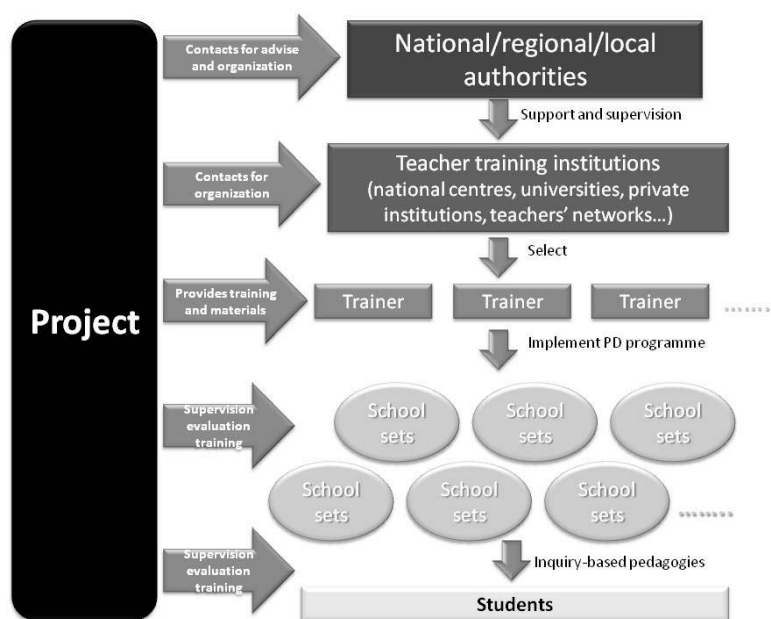


Figura 2. Modelo piramidal para la difusión de un programa de desarrollo profesional

Para que el desarrollo profesional sea efectivo, éste debe de estar soportado y revisado por las autoridades nacionales. Las instituciones de formación de profesores (centros nacionales, Universidades, instituciones privadas, etc.) deberán de promover la difusión del proyecto hacia el profesorado en ejercicio los cuales deberán de implementarlo en diferentes escuelas haciéndose así realidad la implementación del IBL en las aulas. De esta forma se garantizará que al final llegue al alumnado y se produzca un impacto significativo y a gran escala sobre el aprendizaje y la motivación de los estudiantes hacia las ciencias y las matemáticas. A lo largo de todo el proyecto, el grupo de trabajo WP4 (así como cada socio del proyecto en su correspondiente país) deberá de entrar en contacto con cada uno de los niveles, estableciendo vínculos para asesorar a las autoridades, entablando relación con las organizaciones de formación del profesorado o supervisando y evaluando la formación de los docentes, así como la implementación de las innovaciones en las aulas.

Una vez planteado el sistema general de actuación, se debe de diseñar, implementar y mantener un modelo de desarrollo. El diseño se basará en programas que existen en otros países y que han demostrado su eficacia, será lo suficientemente flexible como para adaptarlo a las necesidades locales y seguirá el modelo en espiral presentado en la figura 1. Basándonos en algunas iniciativas como Pollen² o Sinus Transfer³ así como en los trabajos de Kennedy (2005), Loucks-Horsley (2003), Fishman y otros (2003) y Clark y otros (2002) se ha diseñado el siguiente modelo:

En la primera conferencia del proyecto PRIMAS (Friburgo, febrero 2010) ya hemos avanzado en la delimitación de una posible estructura de este programa de desarrollo profesional. Basado en la literatura sobre desarrollo profesional antes mencionada, así como en el marco teórico de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1992, 1999; Bosch y Gascón, 2006) y en las “comunidades de prácticas” (Wenger, 1998), consideramos que nuestra propuesta de desarrollo profesional debe estar fundamentada en el trabajo en grupo del profesorado (grupos en cada centro o grupos formados por profesores de centros cercanos), guiado por expertos (los formadores más el equipo PRIMAS en cada país) y apoyado por la administración educativa. Será dentro de estos grupos, concebidos como *comunidades de prácticas*, donde se identifiquen necesidades y dificultades en torno a la implementación de metodologías basadas en la investigación, y desde

donde se busquen posibles repuestas R^\heartsuit a la mismas, teniendo en cuenta respuestas ya construidas R^\diamond , identificadas por los propios profesores en diferentes *medias*⁴ o facilitadas por el proyecto a través de su banco de materiales y de algunas sesiones de formación. Desde esta perspectiva, es de esperar un desarrollo asimétrico de cada comunidad de prácticas, en la medida de sus necesidades, de sus dificultades y de las respuestas que construyan. Las TIC nos ofrecen la posibilidad de interconectar diferentes comunidades de prácticas (dentro de un mismo país, pero también entre diferentes países). Así, el trabajo de cada *comunidad de prácticas* puede constituir una *media* para otra *comunidad*, en la búsqueda de respuestas para las necesidades y dificultades que estén afrontando⁵.

El siguiente paso en nuestro grupo de trabajo será el análisis en mayor profundidad de proyectos de formación continua que están siendo desarrollados con éxito en la actualidad en otros países, con el fin de refinar el modelo general anteriormente planteado para así poder elaborar una guía que recoja en detalle el modelo de desarrollo profesional a implementar a nivel europeo. Una vez que esta guía europea está elaborada, se procederá a adaptarla de manera local en cada uno de los países que participan en el proyecto PRIMAS.

Con respecto a la implementación del modelo, se llevará a cabo a través del modelo piramidal y con exhaustivo seguimiento a nivel nacional e internacional:

CONCLUSIONES

En el momento actual en el que, la construcción de la Europa del conocimiento se está abordando como una de la principales estrategias políticas para el fomento del desarrollo social y económico, se hace más urgente que nunca garantizar la calidad de la formación recibida por los ciudadanos, como catalizadora del progreso y la prosperidad. Si a este contexto político le añadimos los resultados de los informes técnicos, que ponen de manifiesto el bajo interés de los estudiantes por las ciencias y las matemáticas y su desmotivación para emprender ocupaciones profesionales relacionadas con ellas, se hace necesaria la búsqueda de nuevas formas de motivar a los individuos hacia el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas y mejorar su educación en estos ámbitos de conocimiento. Las ciencias y las matemáticas no sólo constituyen uno de los pilares básicos en la formación de los individuos, sino que además, son áreas de conocimiento claves para garantizar la base del futuro desarrollo científico y tecnológico de una sociedad.

Bajo el anterior análisis de contexto, un proyecto europeo enfocado a fomentar la implementación de nuevas formas, más eficaces y motivadoras, de enseñar ciencia y matemáticas, cobra especial relevancia. La literatura especializada y los resultados de la investigación educativa aportan evidencias del valor del aprendizaje por investigación (*Inquiry Based Learning*, IBL).

En este sentido, el proyecto PRIMAS ha diseñado un complejo entramado encaminado a garantizar en la medida de lo posible, el éxito en la difusión e implementación de pedagogías basadas en el aprendizaje de la ciencia y las matemáticas a través de la investigación (IBL). Para ello, ha involucrado a doce países europeos distintos, que incluyen catorce grupos de trabajo perfectamente armonizados para abordar de forma colaborativa distintas tareas, diseñadas para asegurar que se alcanzan los objetivos previstos. Entre estas tareas cabe destacar, el análisis previo de los distintos contextos nacionales para poner de manifiesto fortalezas y debilidades y aprovechar en la medida de lo posible las redes y recursos existentes, la búsqueda y selección de materiales didácticos y experiencias previas sobre IBL de demostrada eficacia, la puesta a punto de mecanismos de difusión, o el diseño de un modelo de formación y desarrollo profesional del profesorado, que garantice que éste va a recibir un apoyo y acompañamiento sostenido en el tiempo, en el proceso de implementación de IBL. El seguimiento de la aplicación por parte de los profesores, de los recursos

y metodologías basadas en IBL, se llevará a cabo a través de sucesivos ciclos de implementación, evaluación y optimización.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, consideramos que el presente proyecto europeo ofrece una oportunidad importante para la difusión de nuevas formas más eficaces y motivadoras de aprender ciencias y matemáticas, estrategias clave para hacer frente al actual fracaso académico y garantizar la construcción de la Europa del conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Bosch, M., Gascón, J. (2006). Twenty-five years of the didactic transpositions, *ICMI Bulletin*, 58, 51-63.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives aportes par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12 (1) 73-112.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19 (2) 221-266.

Clarke, D., Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education*, 18 (8) 947-967.

Fishman, B. J., Marx, R. W., Best, S., Tal, R. T. (2003). Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform. *Teaching and teacher education*, 19 (6) 643-658.

Gago, J. M. (Coord.) (2004). Increasing human resources for science and technology in Europe, report presented at the European Community conference Europe Needs More Scientists, Bruselas, 2 de Abril.

Kennedy, A. (2005). Models of continuing professional development: a framework for analysis. *Journal of In-service Education*, 31 (2) 235-250.

Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K. E., Mundry, S., Hewson, P. W. (2003) Designing professional development for teachers of science and mathematics. Corwin Press, Inc. Thousand Oaks, CA

Rocard, M. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Último acceso el 18 de febrero de 2010, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Vázquez, A., Massanero, M. A. (2008). El declive de las actitudes de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka*, 5 (3) 274-292.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

¹ Uno de los aspectos principales del proyecto es la presencia de Paneles Nacionales e Internacionales como asesores externos del trabajo. El *Panel Nacional* lo constituye un grupo de personas de diferentes ámbitos profesionales (Educación Secundaria, Universidad, Administración, Asociaciones de investigadores, etc.) de cada uno de los países que participan en el proyecto. El *Panel Internacional* está formado por un representante de cada uno de los Paneles Nacionales. El *Comité de Expertos* lo integran seis miembros de gran influencia científica y profesional en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de las Matemáticas a nivel mundial.

² Último acceso el 18 de febrero de 2010, desde <http://www.pollen-europa.net/>

³ Último acceso el 18 de febrero de 2010, desde <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/home.html>

⁴ En el marco de la TAD, el término *media* se interpreta en el sentido de los “medios de comunicación” (“mass media”, en inglés). Incluyen todo tipo de recursos a los que una comunidad de estudio puede recurrir para localizar elementos de respuesta a la cuestión o cuestiones que estén abordando (en nuestro caso, a cuestiones ligadas con la implementación de metodologías basadas en la investigación en clases de ciencias y matemáticas).

⁵ Experiencias previas, como la desarrollada por el equipo inglés dentro del proyecto Comenius LEMA, han demostrado ya su eficacia. Por ejemplo, algunos profesores participantes en el curso LEMA en Manchester, y que con posterioridad implementaron metodologías basadas en la modelización en sus clases, participaron en una “estudio de casos” en el que ellos mismos informaban sobre su experiencia a través de una página web. Cada “caso” estaba a disposición de los demás participantes, como un recurso (*media*) para su desarrollo profesional.