



## TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS: EL CASO DE TRES REVISTAS

**Hanni Arlette Barrera Quiroz**

*Dirección General de Educación Normal  
y Actualización del Magisterio/ Universidad Pedagógica Nacional  
200928012@alumnos.upn.mx*

**Diana Patricia Rodríguez Pineda**

*Universidad Pedagógica Nacional  
dpineda@upn.mx*

**Área temática:** Educación en campos disciplinares

**Línea temática:** Educación en ciencias naturales

**Tipo de ponencia:** Reporte parcial de investigación



### Resumen

Compartimos una investigación documental que forma parte de una investigación de mayor envergadura sobre la formación del profesorado de ciencias, particularmente en lo referente al desarrollo profesional, que busca responder la siguiente pregunta: ¿qué sabemos sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias? y particularmente ¿del profesorado responsable de la formación de profesores? Recurrimos a la selección de las investigaciones reportadas entre el 2010 y el 2023 en tres revistas especializadas sobre enseñanza de las ciencias y formación de profesores de ciencias. Los criterios que guiaron la búsqueda fueron: desarrollo profesional, aprendizaje docente, crecimiento docente y cambio docente. Se empleó una Revisión Sistemática de la Literatura que implica ofrecer trayectos metodológicos rigurosos y objetivos de la evidencia teórica dentro un colectivo especializado. Lo anterior nos permitió establecer que de 3482 reportes de investigación -de estos 14 años, incluidos los números extraordinarios de congresos-, sólo 22 trabajos (0.006%) se refieren al desarrollo profesional del profesorado de ciencias.

Con el análisis de contenido identificamos tendencias de investigación sobre el desarrollo profesional del profesor (DPP) en torno a: los propósitos, niveles educativos, tipo de actividad docente y papel del docente en la investigación. Predominantemente las investigaciones buscan la mejora o cambio docente mediante la impartición de cursos con diversas metodologías y, sobresalen los estudios del DPP en nivel secundaria. Los hallazgos invitan a realizar investigaciones `por´ y `con´ los profesores en lugar de `sobre´ y `para´, además de indagar respecto al DPP del profesorado responsable de la formación de profesores.

**Palabras clave:** Desarrollo profesional, aprendizaje docente, cambio docente, profesorado de ciencias, formadores de profesores.

## Introducción

En México, a diferencia de otros países, la formación inicial de profesores de educación primaria se lleva a cabo -casi exclusivamente- en las escuelas normales. Los antecedentes de estas escuelas, están en la década de los 20's con la implementación de las llamadas 'misiones culturales' encargadas de la mejora del profesor rural. Posteriormente, se creó el Instituto Federal de Capacitación del Magisterio (IFCM) para profesionalizar al docente sin título.

En 1984, con la finalidad de mejorar la educación en el país, la educación normal se eleva a nivel licenciatura (DOF, 1984). Por lo anterior, surge la importancia de fortalecer la formación y superación profesional de los formadores de profesores de educación primaria, considerando a dicho formador pieza fundamental del sistema educativo.

Por lo tanto, es importante conocer no solo lo que ocurre con la formación inicial del profesor, es decir, si es egresado de una escuela normal o de alguna otra institución de educación superior (Martínez Hernández y Rodríguez Pineda, 2014), como el caso de los profesores que integran el colegio de Ciencias Naturales de la Benemérita Escuela Nacional de Maestros, quienes cuentan con diversa formación inicial: médicos, odontólogos, biólogos y profesores normalistas; sino que también resulta importante documentar lo que ocurre con su desarrollo profesional, lo cual ha llevado a reconceptualizar la línea de investigación sobre la formación de profesores en el campo de Didáctica de las Ciencias, como se muestra a continuación.

En este sentido, en varios *handbooks* y manuales especializados en Didáctica de las Ciencias (Fraser y Tobin, 1998; Perales y Cañal, 2000; Fraser, Tobin y McRobbie, 2012; Lederman, Zeidler, y Lederman, 2023) se encuentran capítulos y secciones específicas dedicadas al desarrollo profesional docente, a la formación del profesorado en ejercicio, al aprendizaje docente y al desarrollo profesional en educación en ciencias. Asimismo, en los congresos internacionales del campo, la línea temática sobre formación de profesores y particularmente en lo referente al Desarrollo Profesional, está presente explícitamente como en el Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, en la Conferencia de la Asociación Europea en Investigación en Educación en Ciencias (ESERA, por su sigla en inglés) y en Congreso de la Red

Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, entre otros. Todo lo anterior da muestra de la importancia y auge de la temática mencionada.

Por todo lo anterior, distinguimos la línea temática como robusta y en vías de consolidación en el campo de la Didáctica de las Ciencias y específicamente en el programa de investigación sobre la formación de profesores. Por lo anterior expuesto, nos preguntamos desde la investigación educativa y específicamente desde la didáctica de las ciencias, ¿qué sabemos sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias? y en particular ¿qué sabemos sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias responsable de la formación inicial del profesorado?

Es así que, recurrimos a una investigación de carácter documental mediante la selección de investigaciones en la literatura especializada.

### **Conceptualización sobre el Desarrollo Profesional del Profesorado desde el ámbito de la educación en ciencias**

El DPP es un término polisémico, pues responde a diferentes conceptualizaciones y ha sido caracterizado a partir de diferentes componentes, nombrados de maneras distintas, tales como procesos, dominios, ámbitos, entre otros. En 2012, Shirley Simon y Sandra Campbell realizaron una revisión de literatura del periodo de 2002 a 2012, encontrando conceptualizaciones como la de Hoban (2002) y Borko (2004), quienes lo definen como 'Aprendizaje docente', la primera lo considera a partir de tres procesos: individuales, sociales y del contexto; David Clarke y Hilary Hollingsworth lo refieren como 'Crecimiento profesional' y lo dividen en dos dominios: el individual y el profesional (2002); Loucks-Horsley, Loves, Mundry y Hewson (2003), lo definen como 'Desarrollo profesional' y lo conceptualizan como un proceso más amplio y específico para el aprendizaje profesional docente. Por su parte Fraser, Kennedy, Reid y Mckinney (2007), lo precisan como 'Aprendizaje docente', 'Desarrollo profesional docente' y 'Cambio docente' y lo delimitan como: un cambio específico en el conocimiento profesional, cambio cualitativo del profesionalismo docente, transacciones entre conocimiento, experiencia y creencias y, sus acciones. Finalmente, las autoras -Simon y Campbell- lo definen como 'Aprendizaje profesional' y puntualizan que es una combinación de tres ámbitos: individual, social y profesional.

Encontramos otras conceptualizaciones como la propuesta por Furio (2002), quien concibe el desarrollo profesional del profesorado *"como una reestructuración de las creencias, las actitudes y los comportamientos del profesorado sobre la ciencia y la educación científica (cambio didáctico)"* (p. 48). O el desarrollo profesional del profesor entendido como la *"serie de procesos sucesivos de autorregulación metacognitiva que llevan a un crecimiento en los ámbitos que orientan la profesión docente"* (García-Martínez, 2009, p. 37), los ámbitos que el autor asegura que influyen en el DPP son cuatro: el personal, el de conocimientos y estructuras interpretativas, el práctico y el externo. Los tres primeros se enmarcan desde el mundo del profesor, y el cuarto, como su nombre lo dice, está fuera de él.

En cuanto a los componentes planteados para el DDP; en 1996, Bell y Gilbert proponen tres ámbitos: personal, social y profesional. El primero se refiere a los aspectos difíciles que el docente concibe como problemáticos sobre su propia enseñanza y su dificultad de cambio, sentimientos, motivaciones y compromisos docentes. El segundo, hace referencia al trabajo colaborativo del profesor y que lo identifica como integrante de un grupo y el tercero hace mención a las creencias, concepciones y conocimiento práctico en el aula, así como a las actividades propias de enseñanza.

Todo lo anterior, también puede dar pautas para modelos de cursos de formación sobre desarrollo profesional.

## Metodología

Para esta revisión documental, se asume lo expuesto por Guevara (2016), sobre el estado de la cuestión, al plantear que en la actualidad éste:

Se ha convertido en una herramienta esencial en universidades y centros de investigación para revisar la situación actual de conocimiento de su producción investigativa, hacer un balance de esta y crear nuevos escenarios de formación e investigación en los respectivos campos de interés (p. 166).

En un trabajo previo (Barrera Quiroz y Rodríguez-Pineda, 2021) documentamos la revisión realizada en la revista Enseñanza de las Ciencias, para lo cual las palabras clave fueron: formación del profesorado o del profesor, desarrollo profesional y práctica docente.

A partir de la revisión de la literatura especializada hemos identificado desarrollo profesional, aprendizaje docente, crecimiento docente y cambio docente, como sinónimos, las cuales usamos como palabra clave para la búsqueda de información en esta investigación.

En cuanto al corpus a revisar, retomamos nuevamente la revista española Enseñanza de las Ciencias por ser la primera revista publicada en nuestro idioma especializada en la enseñanza de las ciencias desde los años 80 ´s y, ampliamos la búsqueda a otras dos revistas especializadas: Educación Química, por ser la única revista especializada en el campo de educación en ciencias en México y Tecné, Episteme y Didaxis, por ser una revista internacional –colombiana- que además se especializa en la formación de profesores de ciencias.

Este trabajo se realizó con la finalidad de identificar las tendencias de investigación en la línea del desarrollo profesional del profesor de ciencias. Desde una postura de paradigma interpretativo o constructivista (Gage, 1989 y Schubert, 1986 referidos por Ernest, 1995; Lukas & Santiago, 2009; Bisquerra, 2009). Realizamos una Investigación Documental (Gil, 2002; Martínez-Rizo, 2019) apoyándonos en la Revisión Sistemática de la Literatura -RSL- (Kitchenham, 2007) que proporciona al campo educativo herramientas básicas para lograr metodológicamente rutas rigurosas para identificar, evaluar, interpretar y sintetizar el contenido encontrado durante la

revisión en la literatura especializada. Dicha RSL consta de tres etapas: planificación, desarrollo e informe de la revisión.

La prime etapa, se refiere a la planeación general del protocolo de la revisión. En esta, se especifica la pregunta que orienta la revisión, misma que teníamos previamente identificada y es: ¿qué sabemos sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias? Durante la segunda etapa seleccionamos los Estudios Primarios (EP). Según B. Kitchenham (2007), 'un estudio primario es un estudio empírico que investiga una pregunta de investigación específica' (p. vi). De esta manera, apoyándonos en el Mapeamiento Bibliográfico (André, 2009) que '*consiste en encontrar las ubicaciones de los contenidos más relevantes de una obra científica*' (p.63) [traducción propia]. Es decir, identificar en el título, resumen y palabras claves del reporte de investigación criterios de búsqueda o características importantes para la identificación de estos. Estos criterios de búsqueda fueron al menos una de las siguientes palabras: desarrollo profesional, aprendizaje docente, crecimiento docente y cambio docente.

Aunado a lo anterior y con el apoyo de criterios de inclusión, exclusión y eliminación también se identificaron dichos EP. Los criterios de inclusión utilizados fueron: utilizar solo los reportes de investigación de las tres revistas antes seleccionadas, incluir solo publicaciones de una ventana de tiempo de 2010 a 2023 inclusive, reportes encontrados en idioma español, inglés y portugués y de cualquier nivel educativo. En el caso de los criterios de exclusión fueron: los documentos incluidos en las secciones 'editorial', 'comentarios', 'debates', 'reflexiones', 'reseñas de libros', 'experiencias', 'pregón' o 'In memorian'; así como, reportes de investigación que no incluyan resumen o palabras clave o investigaciones referentes al desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Y finalmente los criterios de eliminación fueron: publicaciones referentes al desarrollo profesional durante la formación inicial. Es importante mencionar que dicha selección de EP se realizó en cada revista, año por año, volumen y número de manera particular.

Posterior a esta identificación de EP se realizó la lectura completa de cada reporte de investigación para lograr identificar todos los criterios antes mencionados y de esta manera seleccionar la publicación. Una vez seleccionados los EP se elaboró una Matriz de Organización (Molina, 2012) por revista mediante una hoja de cálculo en Excel que incluyó categorías tales como: número consecutivo, año, volumen, número de la revista, autor o autores, palabras clave, resumen (menor a 200 palabras), marco teórico, metodología, instrumentos, nivel educativo y conclusiones. Se empleó un método comparativo que implicó contrastar de forma sistemática la información encontrada.

Finalmente, en la tercera etapa de la RSL, con este corpus de información nos permitió elaborar categorías para los EP seleccionados y de manera deductiva se realizó el Análisis del Contenido. Para fines de este trabajo solo mencionaremos cuatro de ellas: finalidad o intención de la investigación, nivel educativo, tipo de docente y papel del docente en la investigación.

## Resultados

En la tabla 1, se describe la RSL sobre las publicaciones en las revistas: Enseñanza de las Ciencias, Educación Química y Tecné Episteme y Didaxis: TED, en el periodo 2010-2023, fueron seleccionadas 22 publicaciones relacionadas a la línea temática de interés, esto es, solo el 0.006% del total de publicaciones se relaciona a la temática en cuestión.

**Tabla 1. Concentrado de publicaciones en las revistas Enseñanza de las Ciencias, Educación Química y Tecné, Episteme y Didaxis: TED**

| Revista                   | Período   | Total de publicaciones | Publicaciones relacionadas con la temática de interés | Porcentaje de publicaciones relacionadas |
|---------------------------|-----------|------------------------|---|--|
| Enseñanza de las Ciencias | 2010-2023 | 1528                   | 18  | 0.011%                                   |
| Educación Química         | 2010-2023 | 678                    | 2   | 0.003%                                   |
| TED*                      | 2010-2022 | 1276                   | 2   | 0.001%                                   |

Nota: \*En la revista TED al momento de esta investigación no tenía publicaciones sobre 2023.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 1, se muestran las frecuencias por ítem investigado. A continuación, definimos cada tendencia: la primera, denominada finalidad de la investigación, se refiere a las intenciones o propósitos del trabajo encontrado en los EP los cuales fueron categorizados debido a la recurrencia de estos durante la revisión. Los propósitos de las investigaciones fueron agrupados en tres categorías de mejora del DPP: 1. Promover el DPP a través de: 1a. Las que proponen proyectos, programas o modelos específicos y, 1b. Las que proponen cursos con metodologías diversas la 2. Solo caracterizan, analizan, identifican o expresan visiones sobre las etapas del DPP en determinado momento y 3. Identifican factores limitantes para el DPP, es decir, los obstáculos.

Con respecto al nivel educativo, se encontró cierta disparidad en los grados contemplados en otros países. Por lo que decidimos apoyarnos en la tabla 2, sobre nivel educativo y edades referentes al contexto mexicano de acuerdo al Sistema Educativo Nacional.

**Tabla 2. Nivel educativo y edad de los estudiantes en México.**

| Nivel educativo | Edad de los estudiantes |
|-----------------|-------------------------|
| Preescolar      | 3-6 años                |
| Primaria        | 6-12 años               |
| Secundaria      | 12-15 años              |
| Media superior  | 15-18 años              |
| Superior        | 18-23 años              |
| Posgrado        | 24 en adelante          |

Fuente: tomada de <http://www.ideasprevias.ccadet.unam.mx:8080/ideasprevias/base.htm>

En relación al tipo de actividad docente, consideramos dos actividades principales: 1. Docente de ciencias naturales, frente a grupo en cualquier nivel educativo y 2. Formador de profesores de ciencias naturales, es decir, docente de nivel superior que forma profesores de ciencias naturales.

Y sobre la tendencia relacionada al papel del docente en la investigación nos apoyamos en Cachapuz (1995), quien considera que:

En la investigación `sobre´ y `para´, los profesores son considerados objeto de estudio...y la relacionada `con´ los profesores, se refiere principalmente a su colaboración en el marco de equipos de investigación... La investigación `con´ y `por´ los docentes, implica necesariamente una mayor formación teórica y profesional de éstos, así como una iniciación a la investigación (Cachapuz, 1995, p. 246).

**Tabla 3. Tendencias de investigación en términos de frecuencias**

| Revista    | Intención |    |   |   | Nivel educativo |    |    |   | Tipo de docente |    | Papel del docente en la investigación |    |    |    |
|------------|-----------|----|---|---|-----------------|----|----|---|-----------------|----|---------------------------------------|----|----|----|
|            | 1a        | 1b | 2 | 3 | P               | S  | MS | S | PCN             | FF | 1                                     | 2a | 2b | 2c |
| <b>EC</b>  | 2         | 14 | 1 | 1 | 5               | 11 | 3  | 8 | 10              | 9  | 6                                     | 5  | 0  | 7  |
| <b>EQ</b>  | 1         | 0  | 0 | 1 | 0               | 0  | 0  | 2 | 2               | 0  | 0                                     | 0  | 2  | 0  |
| <b>TED</b> | 0         | 1  | 1 | 0 | 0               | 0  | 0  | 2 | 2               | 0  | 2                                     | 0  | 0  | 0  |
| Total      | 3         | 15 | 2 | 2 | 5               | 11 | 3  | 8 | 14              | 9  | 8                                     | 5  | 2  | 7  |

\*Nota: En algunas investigaciones se aborda más de un nivel educativo y tipo de docente, por lo que el total de los datos son más de 22.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3, se observan los resultados obtenidos en la revista Enseñanza de las Ciencias en términos de porcentaje con respecto a la intención de las publicaciones seleccionadas sobre



DPP se observó que un 63.5% de ellas implementan cursos o proponen diversas metodologías para la mejora de este. El 23% identifica factores limitantes u obstáculos, el 9% propone modelos o proyectos de mejora y el 4.5% caracteriza, analiza o expresa una visión sobre el DPP. Con respecto al nivel educativo en que labora el profesor de ciencias naturales producto de la investigación el 41% es en secundaria, el 29% es en nivel superior, el 19% en primaria y el 11% en nivel medio superior. Asimismo, el tipo de docente estudiado en la investigación fue el profesor de ciencias naturales en un 53% y el formador de profesores en un 47%. En el caso del papel del docente en la investigación observamos que el 38% de los profesores colaboró en equipos de investigación y además investigó sobre su propia práctica, el 35% de los profesores solo se miraron en las investigaciones como objeto de estudio y el 27% de los profesores trabajaron en equipos de investigación.

En el caso de la revista Educación Química, se identificó que la mitad de las investigaciones seleccionadas se refieren a los obstáculos o factores limitantes en la práctica y la otra mitad se refiere a mejorar el DPP mediante programas, proyectos o modelos específicos. De la misma manera observamos que sus publicaciones se inclinan al nivel superior y en este caso todos los profesores de ciencias naturales investigan sobre su propia práctica docente.

Finalmente, en el caso de la revista Tecné Episteme y Didaxis: TED la intención se centró en la mejora del DPP a través de cursos con diversas metodologías, el nivel educativo predominante es la educación superior, se centró en el profesor de ciencias naturales y el papel del docente en la investigación es concebido como objeto de estudio.

## Conclusiones

Se concluye que una tendencia de investigación sobre la intención o propósito de las publicaciones en las tres revistas consultadas en esta investigación es la mejora del DPP mediante cursos con diversas metodologías.

En este mismo sentido, el nivel educativo secundaria es el más investigado con respecto al DPP y el menos trabajado es el nivel medio superior. Por otro lado, hay escasas investigaciones sobre el formador de profesores, lo cual dado su importancia histórica en el sistema educativo nacional nos invita a realizar investigaciones 'con' y 'por' los formadores. Cabe resaltar que otra tendencia de investigación identificada es lo relativo a estudiar al profesor desde una mirada lejana a la investigación, es decir 'sobre' y 'para', lo cual se refiere a considerarlo como objeto de estudio. Asimismo, se observa muy escasas investigaciones referentes al DPP del profesorado de ciencias referentes al trabajo colaborativo en equipos de investigación.

Con estos datos concluimos que son necesarias y urgentes las aportaciones de la investigación sobre el estudio de los formadores de profesores de educación primaria ya que son pilares en las reformas y políticas educativas del país y del mundo. Pues de su desarrollo profesional



dependerá su desempeño profesional frente a múltiples generaciones, lo que conlleva al progreso social, económico y político de cualquier nación.

## Referencias

- André, C. F. (2009). *A prática da pesquisa e mapeamento informacional bibliográfico apoiados por recursos tecnológicos: impactos na formação de professores* [Tesis doctoral]. Faculdade de Educação Universidade de Sao Paulo.
- Barrera Quiroz, H. A. & Rodríguez-Pineda, D. P. (2021). Una aproximación documental al Desarrollo Profesional del Profesorado de Ciencias: el caso de la revista Enseñanza de las Ciencias. En *Memoria Electrónica del XV Congreso Nacional de Investigación Educativa* (pp. 1-8). México: COMIE.
- Bell, B., & Gilbert, J. (1996). *Teacher development: A model from science education*. London: Routledge Falmer.
- Bisquerra, A. R.; Dorio, A. I.; Gómez, A. J.; Latorre, B. A.; Martínez, O. F.; Massot, L. I.; Mateo, A. J.; Sabariego, P. M.; Sans, M. A.; Torrado, F. M. & Vilà, B. R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. España: La Muralla, S. A.
- Cachapuz, A. F. (1995). En Blanco, N. L. y Mellado, J. V. *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. España: Diputación Provincial de Badajoz.
- DOF - *Diario Oficial de la Federación*. (1984). Retrieved 10 March 2021, from [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4660109&fecha=23/03/1984](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4660109&fecha=23/03/1984)
- Ernest, P. (1995). The one and the many. En L.P. Stefe & J. Gale (eds.). *Constructivism in Education*. NJ: Lawrence Erlbaum. Pp- 459-586.
- Furio, C., & Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudios de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 47-73. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/13268051.pdf>
- García, M. A. (2009). *Aportes de la historia de la ciencia al desarrollo profesional de profesores de química* [Tesis de Doctorado]. España Universitat Autònoma de Barcelona
- Gil, A. (2002). *Como elaborar proyectos de pesquisa*. (4a ed.,). Editora Atlas.
- González-Vallejos, M. (2018). El estudio del formador latinoamericano: un campo de investigación 'en construcción'. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 10 (21), 35-54.
- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Revista Folios*, 165-179.
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. (versión 2.3). Keele University and University of Durham.

- Lukas, J. F. & Santiago, K. (2009). Naturaleza de la investigación y evaluación en educación. En autor, *Evaluación Educativa* (pp. 13-61). Madrid: Alianza Editorial.
- Lederman, N.; Zeidler, D. & Lederman, J. (Eds.) (2023). *Handbook of Research on Science Education Volume III*. New York: Taylor & Francis.
- Martínez-Rizo, F. R. (2019). *El nuevo oficio del investigador educativo. Una introducción metodológica*. (1ª ed.). Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Martínez Hernández, M. L. & Rodríguez Pineda, D. P. (2015). La formación profesional de los profesores de secundaria que enseñan Biología en México: el caso del Distrito Federal. *Bio-Grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, Número Extraordinario, 970-981.
- Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: aprender de la diversidad cultural. *Revista Internacional del Magisterio*, 57 (6), pp. 78-82.
- Perales, F. J., & Cañal, P. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. En autores. *La formación del profesorado en ejercicio* (557-573). España: Editorial Marfil.
- Simon, S., & Campbell, S. (2012). Teacher Learning and Professional Development in Science Education. En B. Fraser y K. Tobin. *Second International Handbook of Science Education* (307-320). London: Springer.