

# INVESTIGACIÓN BÁSICA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS: UNA VISIÓN PERSONAL<sup>1</sup>

**Marco Antonio Moreira**

Instituto de Física

Universidad Federal de Río Grande del Sur

91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil

moreira@if.ufrgs.br

<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>

## Resumen

El tema de la investigación básica en educación en ciencias es desarrollado bajo una mirada personal teniendo en cuenta sus orígenes y evolución, sus bases teóricas, metodológicas y epistemológicas, así como sus debilidades, dificultades y desafíos. Al final, son hechas consideraciones respecto al papel de los profesores en dicha investigación.

## Abstract

The area of basic research in science education is approached from a personal perspective taking into account their origins and evolution, their theoretical, methodological and epistemological bases as well as their weaknesses, difficulties and challenges. At the end, some considerations are made regarding the role of teachers in such a research.

## ¿Qué es la educación en ciencias?

Tal vez, la mejor manera de esclarecer lo que es la Educación en Ciencias sea distinguirla del entrenamiento científico, de la formación del futuro científico. Ese “entrenamiento” está dirigido principalmente hacia lo que supone “hacer ciencia”, hacia las teorías científicas y los equipos de laboratorio, hacia los procedimientos científicos teóricos y experimentales.

La Educación en Ciencias, a su vez, tiene como objetivo hacer que el alumno aprenda a compartir significados en el contexto de las ciencias, o sea, interpretar el mundo desde el punto de vista de las ciencias, manejar algunos conceptos, leyes y teorías científicas, abordar problemas razonando científicamente, identificar aspectos históricos, sociales y culturales de las ciencias.

Naturalmente, el entrenamiento de un científico debe incluir la educación en ciencias, pero la idea recíproca no es verdadera: la educación en ciencias no implica “poner al alumno en el

---

<sup>1</sup> Texto adaptado y revisado, en 2003, de Conferencia dictada en el I Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, La Serena, Chile, 06 al 10 de julio de 1998, y en el I Simposio Latinoamericano de la IOSTE, São Paulo, 1999, con el título original "A Pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências". Presentado también en el I Congreso Nacional de Educación en Ciencias Naturales, Córdoba, Argentina, 20 y 21 de agosto de 2004. Publicado en la Revista Chilena de Educación Científica, 3(1): 10-17, 2004.

laboratorio” ni “transformarlo en un especialista en resolución de problemas”, tampoco “verlo como un futuro investigador.”

### **¿Qué es investigación básica en educación en ciencias?**

Es la producción de conocimientos sobre educación en ciencias: búsqueda de respuestas a preguntas sobre enseñanza, aprendizaje, currículum y contexto educativo en ciencias, así como sobre el profesorado de ciencias y su formación permanente, dentro de un cuadro epistemológico, teórico y metodológico consistente y coherente en el cual el contenido específico de las ciencias está siempre presente. Será este el significado que usaré de aquí en adelante al referirme a la investigación en educación en ciencias.

### **Investigación y desarrollo.**

Desarrollo instruccional en ciencias no es sinónimo de investigación en educación en ciencias.

Desarrollo curricular en ciencias tampoco es sinónimo de investigación en educación en ciencias.

Análogamente, tampoco se debe confundir la investigación en educación en ciencias y el desarrollo profesional del profesorado o el desarrollo organizativo y el de la gestión escolar.

Sin embargo, todos esos aspectos influyen en la educación en ciencias y pueden ser enfocados como actividad de investigación.

De lo anterior, se deriva que investigación en educación en ciencias es producción de conocimiento en ese campo; sin embargo, por ejemplo, el desarrollo instruccional, la producción de equipo de laboratorio, de “software” educativo o de textos didácticos, no está necesariamente contribuyendo al avance del conocimiento en educación en ciencias, consecuentemente no es investigación, aunque pueda ser muy importante para la enseñanza y el aprendizaje de ciencias. No es una cuestión de mérito, sino de significado. Investigación y desarrollo, pueden andar juntas (y/o deben andar juntas) pero significan cosas distintas. Es decir, no es lo mismo desarrollo curricular que investigación sobre currículum, desarrollo instruccional que investigación sobre enseñanza, desarrollo profesional que investigación sobre profesorado, desarrollo organizativo que investigación sobre contexto. Hay, por ejemplo, mucha actividad de desarrollo instruccional y curricular sin ningún referente teórico que, en mi manera de ver, no se constituye en actividad de investigación en educación en ciencias.

### **Tres diagramas esquemáticos.**

Las figuras 1, 2 y 3 presentan tres diagramas que intentan dar una visión esquemática de la investigación en educación en ciencias. El primero de ellos, en la figura 1, es la conocida V Epistemológica, o diagrama V, un dispositivo heurístico creado por D.B Gowin (1981) para representar el proceso de producción de conocimiento, destacando en ese proceso, la interacción entre el pensar (dominio conceptual y epistemológico) y el hacer (dominio metodológico). En esta figura, la V epistemológica está aplicada a la investigación en educación en ciencias, desde una perspectiva bastante amplia.

La figura 2 es un mapa conceptual para la investigación en educación en ciencias. Un mapa conceptual es un diagrama jerárquico de conceptos y relaciones entre conceptos. Precisamente eso es lo que se intenta hacer en esta figura, con relación a los conceptos incluidos en la investigación

en educación en ciencias. En ese tipo de diagrama priorizase siempre la estructura conceptual de un cuerpo de conocimientos, o de un dominio cognitivo, no su completud.

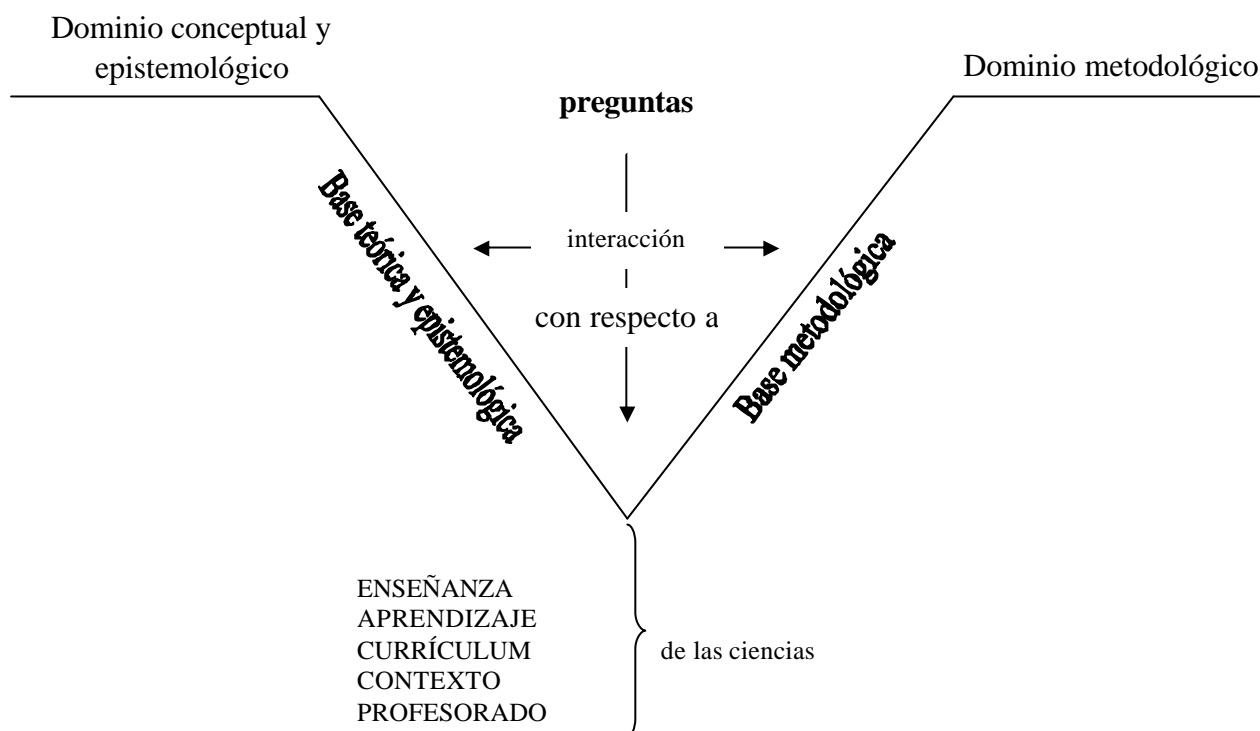


Figura 1. Un diagrama V de la investigación en educación en ciencias: una visión general (M. A. Moreira, 1998).

La tercera de estas figuras es nuevamente una V epistemológica, o un diagrama V, pero incluso más detallado que el de la figura 1. Obsérvese que en este diagrama están incluidos ejemplos de filosofías, epistemologías, teorías, principios y conceptos usados en el dominio conceptual y epistemológico, sin intención alguna de darles mayor valor a unos que a otros. En el dominio metodológico, se incluyen los dos principales enfoques en la investigación educativa: el cualitativo y el cuantitativo. En el centro de la V se relacionan más o menos en orden cronológico las principales preguntas que se han planteado los investigadores en enseñanza de las ciencias desde la década de los años setenta, cuando la investigación en esa área toma un gran impulso. No se trata, no obstante, de una lista exhaustiva.

### **Orígenes y evolución de la investigación en educación en ciencias.**

La distinción hecha anteriormente entre investigación y desarrollo y ejemplificada con el desarrollo instruccional se aplica también al desarrollo curricular y a la investigación en currículum o, en nuestro caso, a la investigación en educación en ciencias. A pesar de ello, la investigación en educación en ciencias, tal como la vemos hoy, tiene sus orígenes en los grandes proyectos curriculares de los años 50 y 60 (por ejemplo, PSSC, CBA, BSCS, Harvard, Nuffield) porque la propia educación en ciencias desarrolló un gran avance en nivel internacional a través de los mismos.

Sin mucho rigor se puede decir que la investigación en educación en ciencias evolucionó de la siguiente manera:

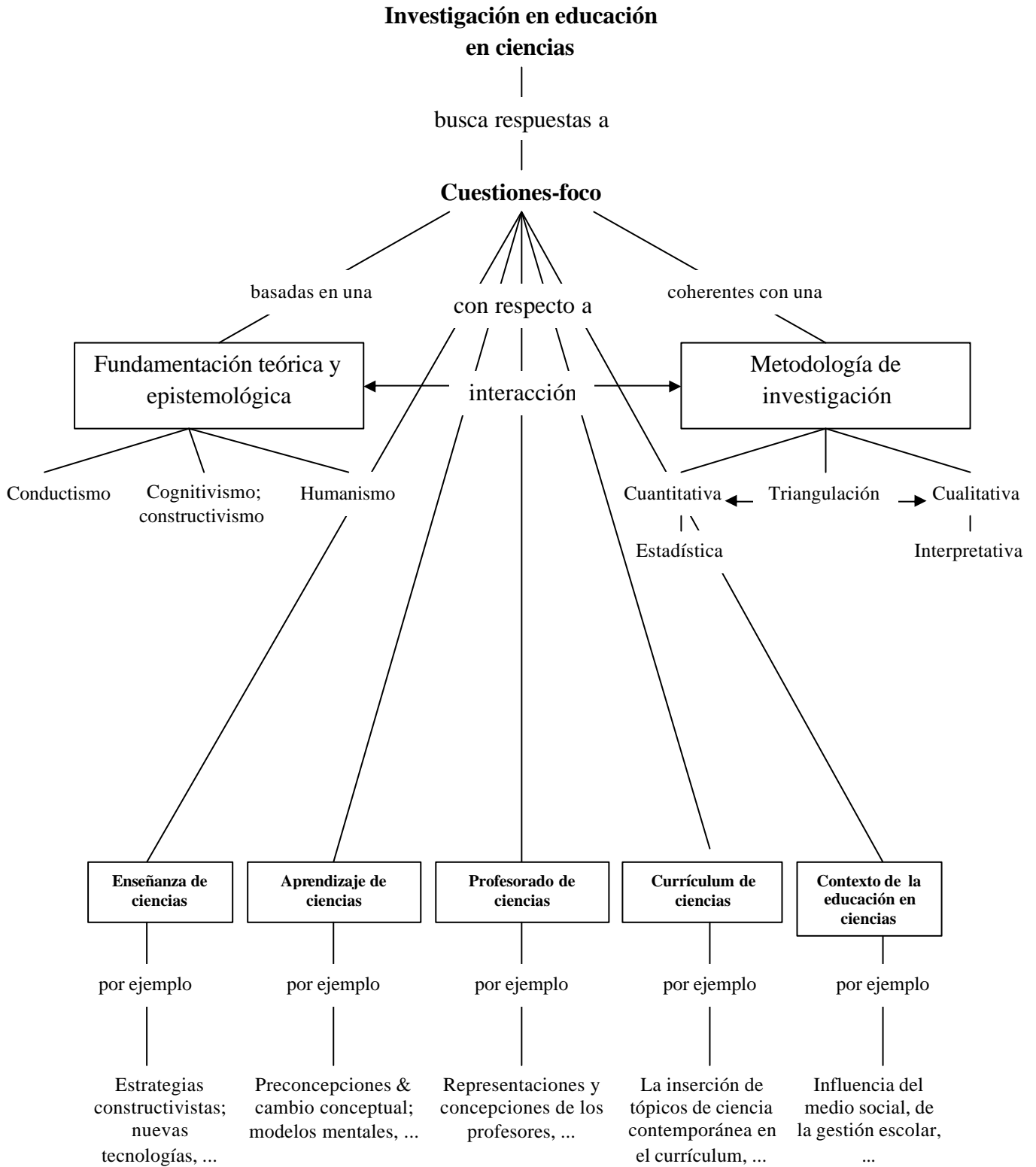
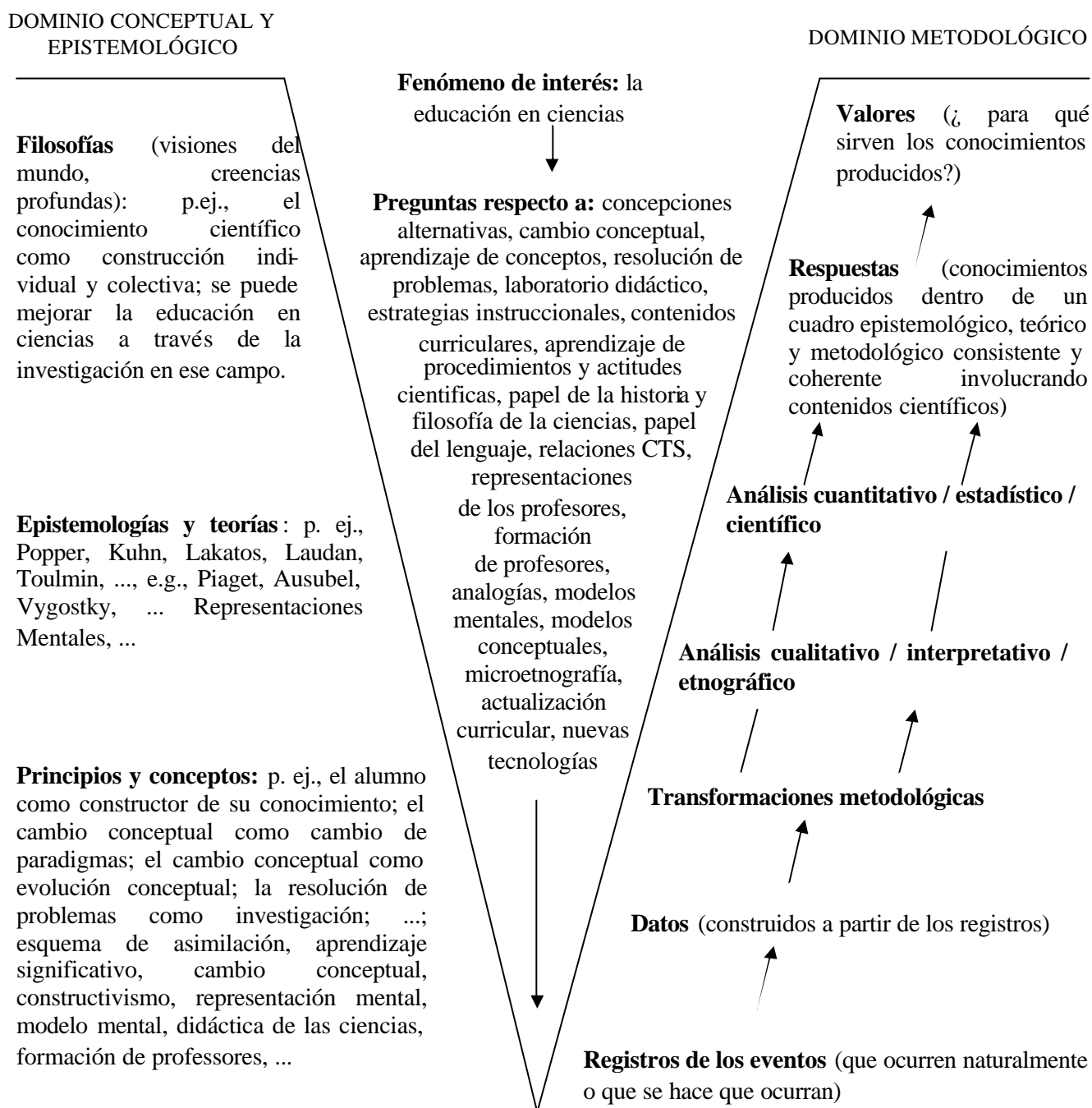


Figura 2.- Un mapa conceptual para la investigación en educación en ciencias (M.A. Moreira, 1998, revisado en 2003).



**Objeto de estudio:** la enseñanza, el aprendizaje y el currículum de ciencias; el contexto en que se da la educación en ciencias; el profesorado de ciencias y su formación permanente.

Figura 3.- Un diagrama V para la investigación en educación en ciencias: una visión detallada (M.A. Moreira, 1998, revisado en 2003).

- ≠ Grandes proyectos curriculares, en los años 50/60
- ≠ Estudios sobre concepciones alternativas, en los años 70
- ≠ Estudios sobre cambio conceptual, en los años 80
- ≠ Estudios sobre representaciones mentales, en los años 90
- ≠ Estudios relacionados con el profesor de ciencias y estudios microetnográficos, en los últimos años.

De hecho, esta evolución en los grandes temas objeto de investigación deja claros los límites y diferencias entre lo que es investigación en educación en ciencias y lo que no es más que mera cuestión de desarrollo o de implementación, y quizás los ejemplos más claros vengan dados por esos proyectos de implementación y desarrollo de diferentes currícula que no necesariamente han supuesto investigación sobre el currículum que supuestamente los sostiene ni sobre otros aspectos derivados del mismo que influyen en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

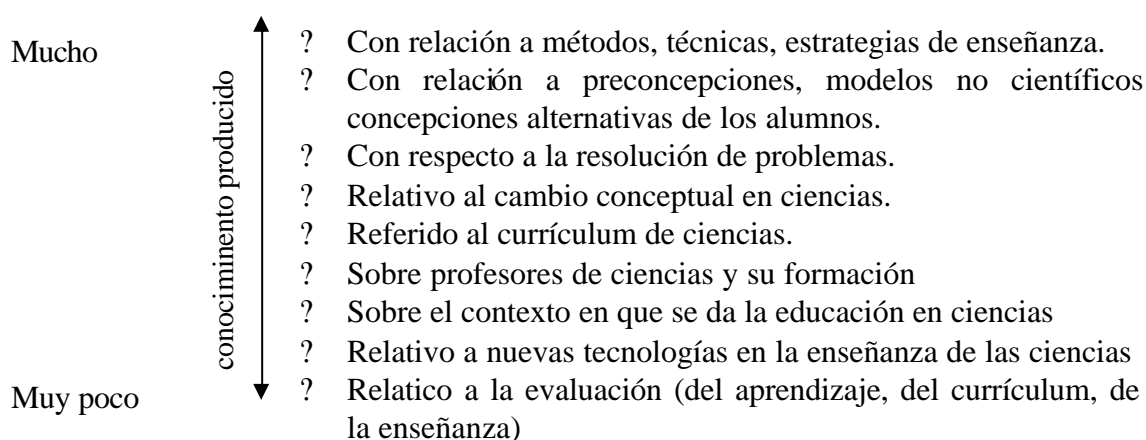
Algunos otros temas de investigación no tienen caracterizado tan nítidamente una cierta década, como es el caso de la resolución de problemas que desde hace mucho es objeto de estudio en la educación en ciencias.

Metodológicamente, la investigación educativa comenzó atendiendo a un enfoque cuantitativo/estadístico, pasó casi abruptamente a un enfoque cualitativo/etnográfico y tal vez estemos hoy en una época de triangulación o por lo menos de convivencia pacífica entre los dos enfoques.

### **Conocimiento producido.**

De un modo general, mucho conocimiento sobre educación en ciencias ya se ha producido por parte de la investigación en esa área. Sin embargo, hay tópicos sobre los cuales se tienen muchos resultados y otros sobre los que aún queda mucho por investigar, particularmente en áreas como contexto educativo, evaluación y nuevas tecnologías.

El gráfico siguiente ilustra tal situación:



Como se ve, aún queda mucho por hacer, todavía hay muchas preguntas que plantearse y respuestas pendientes, aún queda mucho conocimiento sobre la investigación en enseñanza de las ciencias y sobre la enseñanza de las ciencias por producir.

### **Factores importantes en el desarrollo de la investigación en educación en ciencias.**

Dentro de los varios factores que han contribuido al crecimiento y madurez de la investigación en educación en ciencias, son destacables los siguientes, en orden de importancia:

- ⌘ Creación de grupos de investigación.
- ⌘ Maestrías y doctorados en educación en ciencias.
- ⌘ Escuelas de investigación en educación en ciencias.
- ⌘ Revistas de investigación en educación en ciencias.
- ⌘ Conferencias y talleres sobre investigación en educación en ciencias.

La creación de asociaciones de investigación en educación en ciencias ciertamente contribuirá al fortalecimiento del área; sin embargo, todavía son pocas y algunas muy recientes, las asociaciones existentes.

### **Dificultades.**

La educación en ciencias es hoy por hoy un campo de investigación bastante consolidado – tal como se desprende de la gran cantidad de publicaciones, congresos y programas de postgrado – y bien aceptado por las agencias financiadoras y de fomento, así como por el área de educación.

No obstante, algunas debilidades y/o dificultades persisten como, por ejemplo, las que fueron identificadas por los participantes del I Encuentro Iberoamericano sobre Investigación Básica en Educación en Ciencias realizado en Burgos, España, en 2002 (Moreira y Caballero, 2003), por mí recopilados y presentados en la clausura de este evento:

### **Debilidades:**

- ? Pocas líneas de investigación claramente definidas, progresivas. Muchas investigaciones puntuales, muy frecuentemente planificadas a corto plazo, sin grupos fuertes y sin líneas consistentes.
- ? Proyectos que no definen un problema que sea adecuado para su investigación. Trabajos sin marco teórico, metodológico y epistemológico coherente y consistente. En particular, estudios sin marco teórico o con un supuesto referencial teórico que no se articula con el objeto de estudio ni con los datos y su análisis.
- ? Fragilidades metodológicas tanto en los enfoques cualitativos como en los cuantitativos. La metodología cualitativa es usada de manera permisiva; parece que bajo la etiqueta "investigación cualitativa" todo vale. Por otro lado, en la metodología cuantitativa a veces se atribuye excesivo peso a ciertas correlaciones o se pone mucha fe en la estadística, lo que no tiene sentido si no hay un marco teórico por detrás.
- ? Falta de relevancia de tópicos estudiados. Estudios que no pasan de ser encuestas. Trabajos con concepciones empiristas ingenuas. Investigaciones que parecen no ser propias del área por no tener nada que ver con la ciencia.
- ? Falta de una visión más compleja de los procesos de aprendizaje que no son sólo cognitivos. Pocos trabajos sobre evaluación; sin cambiar la concepción de evaluación de los profesores, otros cambios serán aún más difíciles.

- ? Poco diálogo e interacción con otras comunidades. Es débil el diálogo con los científicos, así como con profesionales de otras áreas que contribuyen en la configuración del marco teórico de la investigación en educación en ciencias, como la psicología y la sociología.
- ? Referentes teóricos importados, a veces, de manera acrítica, es decir, sin reconstrucción en el ámbito de la educación en ciencias. Existencia de un cierto aplicacionismo.
- ? Falta de reconocimiento del área por parte de otras áreas de investigación. Falta de visibilidad frente a los organismos responsables de las políticas educativas, así como frente al público. Falta de visibilidad en el aula; resultados que no llegan a los docentes.
- ? Las revistas del área no tienen criterios de calidad bien definidos. La aceptación y rechazo de los artículos son un poco relativos; los pareceres de los consultores muchas veces son muy sintéticos, no son educativos, constructivos.
- ? Los investigadores del área no aceptan bien la crítica y tampoco la hacen, es decir, falta una tradición crítica con respecto al área.
- ? Confusión entre investigación e innovación.

### **Desafíos/cuestiones:**

- ? ¿Cuál es la naturaleza epistémica de nuestro campo? (¿Una disciplina práctica con dos lealtades: el rigor y la intervención?).
- ? ¿Cuál es nuestro objeto real de estudio? ¿Tiene que ver con los procesos (cognitivos, afectivos, sociales,...) implicados en aquello que llamamos ciencia? ¿Serían las personas implicadas en el área, no necesariamente el contenido científico propiamente dicho?
- ? Cuáles son los problemas relevantes del área? ¿Cuál es su finalidad (¿qué es enseñar? qué ciencia enseñar? ¿la de los científicos?)? ¿El currículum de ciencias? ¿Una teoría del conocimiento profesional docente?
- ? Cuáles son los criterios de progresividad del área? ¿Cuál es nuestra agenda?

### **Recomendaciones:**

- ? Mejorar la calidad de las investigaciones — en términos de preguntas y de fundamentación teórica, metodológica y epistemológica. Preocuparse por la relevancia de las cuestiones-foco de los estudios.
- ? Generar líneas de trabajo progresivas, conducidas por grupos de investigación.
- ? Incorporar profesores a los grupos de investigación.
- ? Buscar más visibilidad para el área (en la comunidad académica, en los ministerios, en el aula, en el público, ...).
- ? Mejorar el proceso de evaluación de trabajos por pares. Formar evaluadores. Explicitar criterios de calidad propios del área.
- ? Distinguir entre investigación e innovación. Distinguir entre investigación y reflexión. Distinguir entre rigor y rigidez formal.
- ? Tener en cuenta que el conocimiento escolar tiene características propias, es decir, no es lo mismo que el conocimiento científico; hay que reconstruirlo.
- ? Aumentar el diálogo con otras áreas (científicas, sociales y humanas).
- ? No aislar la investigación en educación en ciencias de la investigación en general.
- ? Reconstruir las aportaciones externas en términos de las contribuciones que pueden tener respecto a la especificidad de la investigación en educación en ciencias.
- ? Estimular la evaluación crítica. Construir criterios y estrategias para desarrollar esa crítica.

## **La investigación en educación en ciencias y la formación permanente del profesor de ciencias.**

Una de las debilidades y/o dificultades identificadas anteriormente es que hay poca transferencia al aula del conocimiento producido por la investigación en educación en ciencias.

Parece que en la educación en ciencias, en la práctica, en la escuela, en el aula, sucede muy poco en términos de cambios que puedan ser considerados consecuencia clara del conocimiento producido por la investigación en esa área. La transferencia de ese conocimiento al trabajo inmediato, de cara a su mejora, es muy baja y, consecuentemente, su utilidad desde esta perspectiva es discutible. Paradójicamente, sin ese conocimiento esa misma enseñanza de la ciencias no dará mejores resultados.

¿Por qué? Probablemente, si fuese posible aislar un único factor, sería el profesor y su formación o, como dijo Juan Ignacio Pozo en la primera conferencia del I Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, realizado en la Serena, Chile, en 1998 (Sánchez el al., 1999) el cambio conceptual por el cual éste debe pasar.

La investigación en educación en ciencias no puede prescindir de la participación del profesor de ciencias.

Eso, sin embargo, no implica que todo profesor de ciencias sea (o pueda ser) un investigador en educación en ciencias.

Es cierto que los profesores están en una buena posición, tal vez la mejor posible, para registrar ciertos eventos educativos que se constituyen en objeto de estudio de la investigación en educación en ciencias. Pero investigar es mucho más que registrar eventos; es producir conocimiento dentro de un marco teórico, epistemológico y metodológico.

Además de eso, las condiciones de trabajo de los profesores, en muchos casos, simplemente no les permiten hacer otra cosa distinta a lo que es dictar clase.

Lo mejor sería que hubiese medios que permitieran la participación de profesores en grupos de investigación que, como se sabe, casi siempre están en las universidades. Si hubiera grupos en las escuelas, tanto mejor, si hubiera profesores capaces de investigar independientemente de las universidades, tanto mejor, pero la realidad actual es que los grupos de investigación están predominantemente en las universidades, con poca participación de profesores de enseñanza primaria y secundaria.

Esos profesores serían los “profesores – investigadores” sin los cuales la transferencia de conocimiento producido por la investigación continuará siendo difícil, lenta, lo que hace poco eficaz la investigación en enseñanza de la ciencias, cuestionándose así, como se comentaba, el valor de ese conocimiento producido.

Además del “profesor – investigador” podríamos hablar también de un “profesor – consumidor” o de un “profesor – usuario” de los “productos de la investigación”, un individuo que por lo menos supiese y tuviese la costumbre de leer críticamente artículos sobre educación en ciencias escritos a partir de resultados de investigación, que supiese discriminar entre lo que viene de la investigación y lo que es especulativo, opinático, intuitivo, y que, lógicamente, además de tener esa capacidad, tuviera también tiempo para ello.

¿Qué hacer en este caso?. También se ha defendido la publicación de tales resultados en un lenguaje accesible al profesor. Pero no hay mucho en esa línea.

En general, en los congresos hay charlas o conferencias y talleres sobre investigación. Sin embargo, ¿tienen los profesores condiciones para participar en esos congresos por lo menos una vez por año? ¿Serían suficiente las conferencias, los talleres y algunos artículos para convertirlos en consumidores de conocimientos producidos por la investigación en ciencias? Posiblemente no.

¿Sería Internet una posibilidad?. ¡Tal vez!

¿Sería la formación inicial el espacio adecuado para promover la investigación en educación en ciencias?. ¡Probablemente sí! ¿Cómo hacerlo?. ¿A través de una disciplina del currículum?. ¿A través de varias disciplinas del currículum?. ¿Impregnando todo el currículum?.

Cudmani y Pesa, en un artículo de 1993, ya afirmaron que la educación en Física es una materia imprescindible en la formación de profesores de Física y el currículum correspondiente debería incorporar disciplinas tales como Teorías de Aprendizaje, Epistemología e Historia de la Física. No obstante, decían también que cada disciplina del currículum debería contribuir a la incorporación de la educación en Física en el mismo.

Estas ideas son perfectamente adaptables a la educación en ciencias. Pero ¿hasta qué punto son implementables, en particular la segunda?

Una de las recomendaciones de la V Reunión Latinoamericana sobre Educación en Física realizada en Porto Alegre, Brasil, en 1992 (Moreira y Guimarães, 1992), fue que “la actitud investigadora debe impregnar todas las disciplinas, cursos y talleres”. El desarrollo de la actitud investigadora no se conseguirá con apenas la inclusión de una disciplina de investigación en el currículum.

¡Es cierto! ¿Pero, sería factible impregnar el currículum con esa actitud investigadora?.

Por lo menos en el momento actual, una propuesta más realista, más pragmática, sería la incorporación de una o dos disciplinas específicas sobre investigación en educación en ciencias, impartidas por un “profesor – investigador”.

Si fuese una disciplina única, el foco, el punto central y casi único, de esa disciplina sería el análisis crítico de artículos de investigación. En ninguna hipótesis, esa disciplina debería ser un curso de metodología de la investigación. Si fuese más de una, se podría pensar en desarrollar algún proyecto de investigación con los alumnos.

## **Dos recomendaciones a título de conclusión.**

1. Las universidades y los sistemas de educación secundaria y primaria deberían proveer medios (por ejemplo becas de investigación, o disminución de carga docente) y valorar la investigación en enseñanza de las ciencias en el currículum vitae, para que los profesores de ciencias, no universitarios, participaran de los grupos y proyectos de investigación en las universidades. (Naturalmente, esta propuesta no debe perjudicar el apoyo que pueda darse a grupos de investigación existentes o en formación en las escuelas.)

2. La investigación en educación en ciencias debe estar presente en el currículum de formación inicial de profesores de ciencias. Como mínimo, eso se concretará a través de la inserción, con carácter curricular, de una disciplina específica que deberá enfatizar el análisis crítico del conocimiento producido por la investigación en educación en ciencias, en vez de ser un curso de metodología de la investigación, y ser impartida por un profesor-investigador del área.

## **Bibliografía**

Cudmani, L.C. y Pesa, M. (1993), La integración de aportes interdisciplinarios en la generación de una nueva disciplina : la educación en Física -- importancia para la formación de profesores. *Revista de Enseñanza de la Física*, Córdoba, 6(Nº extraordinario): 52-63.

Gowin, D.B.(1981). *Educating*. Ithaca,N.Y.: Cornell University Press.

Moreira, M.A. y Caballero, C. (Orgs.). (2003). *Actas del I Encuentro Iberoamericano sobre Investigación Básica en Educación en Ciencias*. Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

Moreira, M.A. y Guimarães, V.H. (Orgs.). (1992) *Atas da V RELAPEF. A Formação do Professor de Física na América Latina*. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS.

Sánchez, J.M., Torre, A.O. y Bustamante, I. (Orgs.) (1999). *Educación Científica. Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. Formación Permanente de Profesores*. Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.

## **Agradecimiento**

El autor agradece a la Profesora M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero por comentarios y sugerencias respecto a la redacción de este texto y a Rodrigo Covalada por la traducción de parte de ello.