

# ¿QUÉ PUEDE APORTAR LA EPISTEMOLOGÍA A LOS DISEÑOS CURRICULARES EN FÍSICA?

## *How can the epistemology subsidy curricular planning in physics?*

Leonor Colombo de Cudmani<sup>1</sup>

**Resumo:** Se plantea la importancia del aporte de la epistemología de la ciencia a la enseñanza de la misma en las siguientes problemáticas:

- la explicitación del marco teórico de referencia.
  - la selección y organización de contenidos.
  - la integración de las componentes cognoscitivas, metodológicas y afectivas de cada contenido.
- Se destaca la importancia de incorporar estas cuestiones a la formación de profesores.

**Unitermos:** Epistemologia da ciência; planejamento curricular; formação de professores de ciências.

**Abstract:** *This paper presents the main features respect the :*

*\*explicitation de theoretical frameworks*

*\*selection and organization of scientific contents*

*\*integration of cognitive, methodological and affective components of contents*

*The importance of these processes in science teachers education is detache*

**Keywords:** *Epistemology of science; curricular design; science teacher's education.*

### Introducción

En los últimos años la investigación educativa en ciencia ha revalorizado fuertemente la importancia de los aportes de la Historia y la Epistemología de las disciplinas a su enseñanza. No era esta situación cuando hace unos veinte años el Claustro docente del Instituto de Física de Tucumán decidió incluir una materia sobre estas cuestiones en los planes de estudio de Bachiller y Licenciado en Física. ¿Cuáles fueron los fundamentos principales para esta novedosa inclusión?

*Nuestra experiencia como profesores de Física y formadores de futuros profesores nos llevaba a intuir su importancia para favorecer el aprendizaje y la enseñanza de la disciplina así como para la formación en investigación. Los desarrollos en investigación educativa y en diseños curriculares en Ciencia han mostrado el acierto de esa intuición. En muchos países como España y Brasil, los diseños curriculares de formación de profesores de ciencia y los Posgrado en ciencia 2000y en enseñanza de la ciencia incluyen estos temas como básicos para la formación docente*

*Nota: Una versión previa de este trabajo se presentó en el VII EPEF; Florianópolis, abril de 2000.*

Frente a esta realidad, este trabajo se propone revisar y replantear en forma integrada aspectos concretos que nuestra práctica docente y nuestra labor de investigación han revelado como de gran valor para los diseños curriculares en Física. En términos generales estos aspectos serán abordados conceptualmente. Los ejemplos concretos más elaborados y evaluados se podrán encontrar en los trabajos citados en las Referencias bibliográficas en cada tema.

Pero antes consideramos conveniente establecer con alguna claridad qué vamos a entender por currículum. Para Perez Gomez (1993) se entiende por currículum "al relato del conjunto de experiencias vividas por los profesores y alumnos bajo la tutela de la escuela, un

<sup>1</sup> *Professora Emérita, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas. Directora de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias, FaCEyT. Programa de Investigación y desarrollo en enseñanza de las ciencias exactas y experimentales. Sec. de Ciencia y Técnica. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Rep. Argentina – lcudmani@herrera.unt.edu.ar*

relato que incluye mucho más que un listado de contenidos disciplinares organizados en programas didácticos, o un repertorio de actividades, para abarcar todos los acontecimientos significativos en el proceso de vivencias compartidas de experiencias culturales es decir, un proyecto educativo en construcción permanente”.

Entendido el currículum de este modo, un diseño curricular tendrá diferentes niveles de concreción. Estos van desde el diseño de un aula de clase sobre un tema puntual, hasta la planificación a nivel nacional de la enseñanza de la ciencia, y abarca cuestiones tan importantes como la formulación de un plan para una carrera o para una asignatura.

En este trabajo vamos a referirnos a los aspectos epistemológicos de las siguientes cuestiones fundamentales para el diseño curricular:

- El marco teórico de referencia.
- La selección y organización de contenidos.
- La integración de las componentes cognoscitivas, metodológicas y afectivas de cada contenido.

Por cierto que estas cuestiones no agotan los numerosos y valiosos aportes de la Epistemología a la enseñanza de las ciencias.

### **El marco teórico de referencia.**

Son numerosas las investigaciones que muestran la estrecha vinculación que existe entre el modelo de aprendizaje que orienta un diseño curricular con las concepciones epistemológicas de los educadores. (Salinas J.; Colombo de Cudmani L. 1993; 1995 Colombo de Cudmani L. Salinas J. 2000; Mathews M.R. 1992; Hodson D. 1986; 1986 Gil Perez 1993).

Sean o no explícitas, las ideas que se tiene sobre la ciencia estas ideas pautan la acción docente en todos los niveles de concreción del currículum.

Paradigmas como el dogmático-escolástico (Salinas, Colombo de Cudmani L. y Jaén 1993) o el inductivo-empirista caracterizados en un caso por una concepción de ciencia acabada y cerrada que el profesor debe transmitir y en el otro, por una visión que centra el aprendizaje en el “descubrimiento” por “observación” de “leyes” de la naturaleza generan diseños curriculares muy jerarquizados que difícilmente conduzcan a un aprendizaje significativo.

Cuando la ciencia es entendida como conocimientos organizados en sistemas hipotéticos-deductivos formalizados que describen, explican e interpretan fácilmente y en total correspondencia un campo fáctico de referencia generalmente orienta modelos de aprendizaje de recepción-transmisión que refleja una visión rígida, algorítmica, aproblemática, abstracta, acumulativa, lineal y socialmente neutra (Gil Pérez, Cudmani y Salinas; 1995 Salinas y Colombo de Cudmani L., 1993).

En cambio, puede entenderse el conocimiento científico como construcción de regularidades y categorías que surgen de la interacción entre el objeto de conocimiento y la estructura cognoscitiva del sujeto en relación dialéctica, la cual va modificando a ambas en la búsqueda de descubrir, explicar, interpretar y predecir comportamientos. Cabe acotar que en esta concepción básicamente piagetiana cuando se habla del sujeto no nos estamos refiriendo al sujeto individual que estudia la psicología sino al sujeto episteme (Bunge 1985 a y b Piaget 1979) – el sujeto que conoce – de la epistemología. Esta concepción de ciencia fundamentará modelos de aprendizaje constructivistas complejos, abiertos, en permanente elaboración, como el de aprendizaje significativo o el de aprendizaje como proyecto de investigación guiado por expertos (Moreira M. A. 1999; Pozo J. I. 1994; Salinas J. 1994; Colombo de Cudmani et al 2000; Ausubel D., Novak D.; Henesian D. 1978; Gil Perez D. 1993).

*Por último una concepción de ciencia cuyas regularidades y categorías surgen exclusivamente como consenso social, como negociación de significados en un dado contexto cultural, en sus versiones extremas podría llevar a nuestro entender a una devaluación del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. Estas concepciones no aparecen por cierto en los profesores de ciencias pero podrían pautar políticas a niveles de concreción más altos, de decisiones de política educativa influidas por especialistas de otros campos, como el de la sociología (Colombo de Cudmani L, 2000)*

La importancia que estas epistemologías implícitas juegan en los diseños curriculares inciden fundamentalmente en el aprendizaje de las ciencias: “muchos profesores valoran los objetivos de contenidos conceptuales y dejan librado al azar las actitudes y visiones sobre la naturaleza de la ciencia, entonces son las epistemologías implícitas del currículum y del profesor, las que transmiten el mensaje de lo que la ciencia es” (1988 Hodson).

Una clara definición de la componente epistemológica del marco conceptual se constituye así en guía fundamental del para el diseño curricular y la concreción del currículum.

### **Selección y organización de contenidos.**

Un problema que genera grandes dificultades en la planificación curricular es el de seleccionar **contenidos mínimos de un plan o asignatura**.

El compromiso entre contenidos, profundidad y tiempo es un desafío permanente para la eficiencia del diseño, por lo cual, la posibilidad de contar con criterios orientadores, es de gran valor.

Hay dos cuestiones que se han mostrado fructíferas en la práctica docente:

- **El estatus epistemológico de las leyes científicas.** Epistemólogos como Bunge M. (1985) y Piaget (1979) han clasificado y definido categorías para las leyes de acuerdo al papel que juegan a los sistemas teóricos a los que pertenecen. A la cabeza del sistema se encuentra aquellas leyes que se toman como axiomas o principios. A ellas nos referimos por ejemplo cuando hablamos de las Leyes de la Física con mayúscula: ley de gravitación universal, leyes de Maxwell, principios de la termodinámica. Ellas son muy generales y abstractas y por eso mismo no pueden someterse en forma directa a la verificación experimental.

Frente a situaciones problemáticas concretas que permitan incorporar al sistema información fáctica específica: condiciones iniciales, condiciones de borde, constantes características del sistema, es posible deducir a partir de esos axiomas, las leyes de nivel pragmático o empírico. Estas leyes de más bajo nivel pueden someterse al juicio de la experiencia para verificar las teorías.

Así por ejemplo el axioma  $F = m \cdot a$  no es verificable en forma directa. Sólo cuando se particulariza para una situación tal como la fuerza que actúa sobre una partícula de masa  $m$  en el campo gravitatorio terrestre con  $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$  se pueden deducir leyes tales como la de la velocidad de caída libre  $v = \sqrt{2gh}$  que, teniendo en cuenta las incertezas, sí puede someterse a control experimental.

Por otra parte debe destacarse que estas leyes empíricas no siempre derivan de sistemas teóricos formalizados. Existen campos de la ciencia en que estas leyes todavía no se han incorporado a un sistema hipotético-deductivo altamente formalizado como, en el ejemplo anterior, las de la mecánica newtoniana.

El rol que juegan los distintos tipos de leyes en los sistemas teóricos se constituye así en un importante criterio a la hora de seleccionar contenidos. Los axiomas y principios y las conceptualizaciones que relacionan, son fundamentales, pero no es posible prescindir del desarrollo de algunas aplicaciones que conduzcan al nivel empírico si es que no queremos que las

formulaciones lógicas y matemáticas carezcan de referentes fácticos. (Colombo de Cudmani L, Pesa, M. 2000)

En otro trabajo (op. cit.) hemos mostrado los problemas que se plantean en la comprensión de los significados de las constantes físicas en Mecánica clásica, cuando se posterga o se minimiza la importancia de la ley de gravitación universal frente a , los tres axiomas de Newton. No se la visualiza como uno de los axiomas de la mecánica

La dialéctica ascendente o descendente deberá ajustarse a la situación educativa concreta pero, si queremos respetar las formas y modos de conocer científicos, el ordenamiento lógico de las concepciones en la sistematización no puede olvidarse.

A la hora de diseñar los currícula en sus distintos niveles de concreción, el status de las distintas leyes de la física proporciona valiosos criterios orientadores.

• La otra cuestión de gran transferencia al diseño curricular es el **otorgamiento de significados** (Colombo de Cudmani L.1999). Los conceptos son los ladrillos del conocimiento científico, la mínima entidad con significado. De su claridad y precisión de la comprensión compartida por parte de quienes los usan, dependerá en gran medida el rigor y la objetividad del marco teórico general al que pertenecen y la posibilidad del consenso intersubjetivo.

La tradición positivista que ha teñido por décadas la enseñanza de la física, reduce el significado de un concepto a su definición operacional. Frente a esa posición reduccionista, otras concepciones epistemológicas sostienen una concepción mucho más rica. El significado de los conceptos está dado por todo el sistema teórico a que este concepto pertenece. En este marco el sentido M (P) de una proposición está dado por el conjunto de todas las proposiciones que se relacionan lógicamente con ella dentro de ese contexto. Cada vez que el concepto es usado en alguna relación dentro del sistema, sea por lo que implica o por lo que es implicado, su significado se enriquece (Bunge M. 1985 b). La precisión y la claridad dependen de la precisión y la claridad del contexto. Se entiende así el dinamismo en la comprensión de un concepto. Cada vez que éste es visto actuando en una nueva relación dentro del contexto teórico suele ser necesaria una reacomodación en el sentido piagetiano para lograr un nuevo equilibrio que amplía y profundiza el significado del concepto. Estos modelos permiten comprender mejor el dinamismo del aprendizaje y la investigación; los significados se modifican y perfeccionan constantemente. El sistema teórico funciona como un sistema de vasos comunicantes donde el aumento en la comprensión de algunos de sus componentes enriquece la comprensión de otros elementos. Esta concepción del significado fundamenta estrategias muy difundidas en la enseñanza durante los últimos años, tales como la de los mapas conceptuales (Moreira, M. A. 1993)

Desde un modelo alternativo pero coincidente con el de Bunge en cuanto al dinamismo de un proceso continuo o por lo menos largo de adquisición de significados Gerard Vergnaud (Moreira, 2001) interpreta el significado de los conceptos en relación a tres conjuntos en donde el sentido de un “conjunto de situaciones”, en donde “el concepto de situación empleado por Vergnaud no es la situación didáctica si la de la tarea (el problema a resolver), siendo que toda situación compleja puede ser analizada como una combinación de tareas, para las cuales es importante conocer su naturaleza y dificultades propias. La dificultad de una tarea no es una suma o producto de diferentes subtareas” (1990 Vergnaud p. 146 – 1993 p. 9.citado por Moreira 2001). Así “el concepto se torna significativo a partir de una variedad de situaciones. (1994 p. 46)”.

Las diferencias y analogías entre ambos modelos serán objeto de estudio en otro trabajo.

Es importante destacar que esta precisión conceptual y cualitativa de las concepciones dentro de un sistema teórico es previa e imprescindible para cualquier precisión cuantitativa.

En los dos ejemplos mencionados anteriormente conceptos, procedimientos y valoraciones están intrínsecamente integrados a partir del análisis epistemológico. Los significados conceptuales están estrechamente ligados a las relaciones y los procedimientos que los definen; El carácter abierto y en permanente reconstrucción de esas significaciones se convierten en un desafío que motiva y da valor al aprendizaje de la ciencia.

A esta cuestión se refiere más específicamente la tercera categoría de análisis que abordaré en este trabajo.

### **La integración de las componentes de los contenidos curriculares.**

Consideraremos dos aspectos en que consideraciones epistemológicas se muestran útiles a la hora de diseñar el currículum con relación a esta integración.

a) La relación entre la teoría y los hechos.

Son muchos los docentes e investigadores que han señalado el divorcio entre la Física del libro, del profesor, del aula y la de los fenómenos reales (Halbwachs F. 1985; Colombo de Cudmani L., 1991; Colombo de Cudmani L.; Salinas J.; Jaen M., 1991). Los estudiantes suelen no poder compatibilizar el mundo de la experiencia con el de las abstracciones e idealizaciones de la Física (Salinas y Colombo de Cudmani L. 1991). Esto se pone claramente de manifiesto cuando aparece la necesidad de responder a cuestiones tales como cuándo “un cuerpo es puntual o indeformable”, “un péndulo es matemático”, “un solenoide es infinito” o “una lente es delgada”. Otro problema aparentemente independiente es la pobre valorización que docentes y alumnos dan a la determinación de incertezas o errores experimentales. Ambas cuestiones aparecen fuertemente relacionadas cuando se las enfoca desde una consideración epistemológica: el hiato o salto epistemológico que existe entre la realidad y su reconstrucción teórica en los modelos (1991 Colombo de Cudmani L. ).

Las leyes de la Física aún en el nivel más bajo monoprágmató se aplican directamente a su referente fáctico, a los hechos sino a los modelos que sobre ellos construimos.

¿Cómo pasamos de los hechos a las conceptualizaciones del modelo?. La justificación de este salto incide en la claridad y precisión de los significados físicos de los conceptos.

¿Cómo sabemos que un dado modelo puede aplicarse en una situación real?. La brecha no puede salvarse apelando a la lógica o a la matemática. Pues bien, la habilidad para estimar y procesar eficientemente las incertezas experimentales se constituye en un criterio importante, sino el más importante, para lograr este pasaje exitosamente. Podremos así, contestar con precisión a las preguntas que nos formulamos respecto a cuándo son aplicables los modelos y a muchas cuestiones más sobre elección de métodos e instrumentos en la planificación experimental.

El análisis epistemológico nos ayuda no sólo a otorgar significados a conceptos sino a valorizar cuestiones procedimentales. Además, cada situación experimental concreta se transforma en una investigación personal. Ningún criterio permite al estudiante decidir “a priori” cuál es el modelo el método o el instrumental más eficiente para resolver su problema. (Colombo de Cudmani L., 1998). La respuesta no es única y sólo puede obtenerse sopesando diferentes criterios muchas veces contrapuestos. El problema se convierte así, para el estudiante es su problema, con el consiguiente compromiso que esto trae aparejado. Estamos hablando de intereses y actitudes.

Se pone así de manifiesto la insoluble y estrecha interrelación entre las componentes conceptuales, afectivas y metodológicas de los contenidos de aprendizaje de la ciencia.

b) Los aportes de las concepciones de Laudan sobre el conocimiento científico como posible fundamento para una instancia superadora del modelo de cambio conceptual.

Propone una red triádica que relaciona teorías y concepciones con metodologías y con fines y valores de las ciencias (Laudan, 1984). Aún cuando el modelo se refiere a la investigación científica, parece útil para referenciar un modelo de aprendizaje como investigación guiada (Duschl y Guitomer, 1991; Villani 1992; Colombo de Cudmani L., 1999).

En su obra "Science and Values", Laudan (1984) rescata la importancia de los fines de la ciencia en un modelo reticular para la ciencia cuyos tres elementos básicos son las teorías, las metodologías y los fines. La relación de esta concepción epistemológica con las componentes conceptuales, actitudinales y procedimentales parece bastante clara. ¿Cómo plantea Laudan la interacción entre estos tres elementos en la construcción del conocimiento científico?. Se trataría de un proceso de cambio complejo – de reajustes mutuos que no se dan necesariamente en forma simultánea – en el cual ningún campo es privilegiado en el sentido de marcar el comienzo de un ciclo o proceso de construcción. "No podemos mirar uno de estos niveles como privilegiado o prioritario o más fundamental que los otros" (Laudan 1984).

Si estas ideas se usan para fundamentar el aprendizaje de las ciencias, en un paralelismo con la empresa científica, se supera la concepción jerarquizada de "cambio conceptual" para entenderlo como un proceso en que los tres niveles interactúan de modo que las justificaciones fluyen en ambas direcciones entre procedimientos, métodos y teorías. "Los métodos justifican las teorías, las teorías restringen y limitan las metodologías, fines y metas justifican las metodologías, las metodologías ponen de manifiesto la factibilidad de los fines, las teorías deben armonizar con los fines y valores". (1991 op. cit. p. 845) Llevado a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, el modelo aparece como herramienta heurística muy valiosa a la hora de diseñar actividades de aprendizaje. Además se pone en evidencia que el diseño curricular no puede limitarse a generar cambios en concepciones y teorías. Se hacen necesarias intervenciones didácticas intencionalmente planificadas para favorecer los cambios en todas y cada una de las componentes del contenido de aprendizaje.

### **Laudan y el progreso y la racionalidad en ciencia**

Otro aspecto de las concepciones epistemológicas de Laudan que pueden aportar enfoques valiosos en la enseñanza de la ciencia, se refiere a su revalorización de la racionalidad y del progreso de la empresa científica. Este aspecto ha sido analizado en un trabajo anterior (Colombo de Cudmani L., 2000). En él nos referíamos a cómo en las últimas décadas algunos enfoques epistemológicos han venido planteando algunas ideas como la de "la indecibilidad" de las teorías científicas (Kuhn 1970) o "el todo vale" en las metodologías (Feyerabend, 1984) que han llevado a una visión de la empresa científica como despojada de sus ideales de racionalidad y de progreso científico.

A nuestro entender esas ideas "no parecen ser el caldo de cultivo más apto para generar actitudes positivas hacia el aprendizaje de la ciencia... y por supuesto tampoco para un posterior desarrollo de actitudes positivas hacia la investigación" (Colombo de Cudmani L., p. 130, 1999).

Si bien Laudan reconoce los límites que los soportes extracientíficos de las teorías han puesto a su objetividad y racionalidad, como se puede mostrar a través de la historia de las ciencias, la racionalidad de la ciencia consistiría fundamentalmente en que ella elige en forma adecuada los medios para lograr sus fines. Su principal objetivo es construir teorías con un alto grado de eficiencia para resolver problemas. Los medios son las reglas y procedimientos para

comprobar, aceptar, adherir o modificar las teorías y los supuestos ontológicos y epistemológicos. Esto no implica un abandono de la racionalidad sino una redefinición de la misma y por sobre todo la aceptación de que los cánones de racionalidad están, ellos mismos, sujetos a análisis crítico y a cambios. Los cánones de Aristóteles no son los de Galileo, y los de Galileo no son los de Heisenberg o Einstein. Pero esto no implica que sean irracionales o “indecibles”.

Se podría superar así, la aparente paradoja de una cultura inmersa en una tecnología que deriva de los avances científicos y en la que es posible observar al mismo tiempo una pérdida de interés y de motivación hacia los estudios en ciencias naturales.

Se abre así un rico campo de reflexión sobre las interacciones entre técnica y sociedad, que pueden generar interesantes actividades en el aprendizaje de la ciencia.

De este modo es posible esperar que los estudiantes adhieran a los objetivos del aprendizaje y que ambos sean coherentes con los objetivos de la ciencia.

### Conclusiones

En este trabajo hemos analizado algunas cuestiones en las que la epistemología de la Ciencia ha mostrado su utilidad contribuyendo y fundamentando la problemática de la enseñanza de las ciencias pero de ninguna manera las cuestiones abordadas agotan el tema. Por ello consideramos de la mayor importancia la inclusión de la epistemología de la ciencia en el curriculum de profesores de ciencia (Salinas J, Colombo de Cudmani L. 1993, 1995; Colombo de Cudmani, L , Pesa, M., 1991). Lamentablemente, en nuestro país como en muchos de Latinoamérica, esta inclusión aún no se ha concretado. Cuanto mucho se ha incorporado algún capítulo general sobre Filosofía de la ciencia en donde por cierto no se abordan cuestiones como los que se consideran en este trabajo.

Mucho menos por cierto se incorpora el aporte epistemológico o filosófico de la didáctica y la práctica docente. Consideramos que las cuestiones aquí analizadas proporcionan valiosos elementos para un trabajo docente crítico y creativo, proporcionando criterios que guíen la planificación de innovaciones y su instrumentación y evaluación.

---

### Referências bibliográficas

- AUSUBEL, D.; NOVACK, J.D.; HENESIAN, D. *Educacion psychology: a cognitive view* – Weston N. Y: Ed. Holt Reinhart, 1978.
- BUNGE, M. *Epistemología*. Barcelona: Ariel, 1985.
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; SALINAS, J.; JAEN, M. *Epistemología de la Física: tópicos introductorios*. 3. ed. Inst. de Física, Univ. Nac. de Tucumán, 1999
- COLOMBO DE CUDMANI, L. Modelo Físico e Realidade: importancia epistemológica de sua adequação quantitativa... *Cad. Cat Ens. Fis, Florianopolis*, v.8 n. 2, p. 193-20,1991.
- COLOMBO DE CUDMANI, L. La resolución de problemas en el aula, *Revista de Enseñanza de la Física*, v.20, n. 3, 1998.
- COLOMBO DE CUDMANI, L. Ideas Epistemológicas de Laudan y su posible influencia en la enseñanza de la Ciencia. *Ens. de las Ciencias*, v.17, n. 2, p. 327-331, 1999.
- COLOMBO DE CUDMANI, L. *Importancia del contexto en la conceptualización científica: implicancias para el aprendizaje de la ciencia*. Versión final Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia, IX. La Falda , Córdoba, Argentina, Agosto, 1999.

- COLOMBO DE CUDMANI, L.; PESA, M. *La integración de saberes en la formación de formadores en Física*. Enviado a publicación, 1995.
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; SALINAS, J.; JAEN, M. *Relación entre modelo y realidad en la Enseñanza de la Física*, Congreso de Epistemología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 1991.
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; SALINAS, J. Campos en las concepciones de los estudiantes sobre la ciencia: resultados de una experiencia de aula, *Rev. Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, p.106 – 113, 2000.
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; PESA, M.; SALINAS, J.. Hacia un modelo integrado para el aprendizaje de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n.1, p. 313-318, 2000.
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; "Cuestiones que plantean klas concepciones posmodernas en la enseñanza de las ciencias" *Ciência & Educação*, São Paulo, n.7, v. 2, 2002.
- COLOMBO DE CUDMANI, L. "*Diseño Curricular del electromagnetismo basado en el modelo de aprend. Significativo*" Encuentro Internacional de Apren. Signif, 3.– Lisboa Portugal, Setiembre, 2000.
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; *El aprendiz. Signif.de los distintos tipos de constantes y su papel en el diseño curricular*"(Versión Final) VIICIAPE Canela Br. Julio, 2000.
- DRIVER, R.; OLDHAM, V. A constructivist approach to Curriculum Development in Science, *Studies in Science Education*. v.13, p. 105-122, 1986.
- DUSCHL, R.; GUITOMER, D. *Epistemological perspective on Conceptual Change*. Journ. Of Res. In Scien. Teach, v. 28, n. 9, p. 839-858, 1991.
- FEYERABEND, P – *Contra el metodo*. Argentina, Orbis, 1984.
- GIL PÉREZ, D. Construcción de la Historia y la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v.11, n. 2, p. 197-212, 1993.
- GIL PÉREZ, D.; COLOMBO DE CUDMANI, L.; SALINAS, J. Las representaciones gráficas en los ciclos de investigación dirigida, *Ens. de las Ciencias* v. extra – (IVº Congreso), 1993.
- HALBWACHS, F. *La física del profesor entre la Física del físico y la Física del alumno*. Rev. de Ens. de la Física. Rosario – Argentina, v. 1, n. 2, p. 77- 89, 1985.
- HODSON D. Towards a philosophical more valid science curriculum, – *Science Education*, v. 72, n.1, p.19-40, 1988.
- HODSON, D. *Filosofía de la Ciencia y Educación científica. Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias* – Compilada por Porlam, García y Cañal. Sevilla, 1986.
- KUHN ,T. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Economica – Mexico.
- LAUDAN, L. *Science and Values. The aimes of science and their role in scientific debate* Berkeley, Univ. Of California Press, 1984.
- LAUDAN L. *Progress and its problems*. Berkeley CA :University of California Press, 1977.
- MATTHEUS, M.R. History, philosophy and science teaching: the present reproachment – *Science and Education*, v.1, p.11-67, 1992.
- MOREIRA, M.A. *Teorías de aprendizagem*. Sao Paulo:Editora Pedagógica, 1999.



- MOREIRA, M.A. *"Mapas conceptuales como recurso instruccional y curricular en Física"* Monografías. Porto Alegre: UFRGS.
- MOREIRA M. A. A teoria dos campos conceptuais de Vergnaud , o ensino de ciência e a pesquisa nesta área, *Invest. em ensino de ciências*. v. 7, n. 1, mar., 2002.
- NOVAK J.. *Una teoría de educación*. Traducción de M. A. Moreira del original "A theory of education". Sao Pioneira, 1981.
- PÉREZ GÓMEZ. *Autonomía profesional y control democrático. Cuadernos de Pedagogía, Barcelona*, n. 220, 1993.
- PIAGET J. *A desenvolvimento do pensament*. Lisboa: Ed. Don Quijote, 1977.
- PIAGET J. - "Tratado de Lógica y conocimiento científico " Bs Aires: Argent: Ed. Paidós, 1979. Tomos II – IV.
- POZO, J.I. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid, España: Edit. Morata, 1994.
- SALINAS, J.; COLOMBO DE CUDMANI, L. Los desencuentros entre método y contenido en la formación de profesores de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, v.7, n.1, p. 25-32, 1991.
- SALINAS, J.; COLOMBO DE CUDMANI, L.; JAEN DE MADDOZO, M. Las concepciones Epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias prácticas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 17, n.1, 1995.
- SALINAS, J.; COLOMBO DE CUDMANI, L. Epistemología e Historia de la Física en la formación de profesores de Física. *Rev. Brasileira de Ensino de Física*. v. 15, n.1/4, 1993.
- SALINAS, J.. *Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios*. Tesis (Doctoral), Universitat de Valencia, España, 1994.
- STENHOUSE, L. *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata, 1984.(versión original Heineman Educ. Books. Ltd. London, 1981).
- VILLANI, A.. Conceptual Change in Science and Science Education. *Science Education*, v.76, n.2, p. 223-237, 1992.
- SALINAS, J.; COLOMBO DE CUDMANI, L. Los desencuentros entre método y contenido en la formación de profesores de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, v.7, n.1, p. 25-32, 1991.

**Artigo recebido em outubro de 2002 e  
selecionado para publicação em março de 2003.**